



Desenvolvimento de recheios para bombons com impacto na saúde

Margarida Santos Faísca

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos

Orientadora: Doutora Isabel de Sousa

Co-orientadora: Doutora Anabela Raymundo

Júri:

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Isabel Maria Nunes de Sousa, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;
Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Para a elaboração desta Tese de Mestrado tive o contributo indispensável, desde o início, de inúmeras pessoas e instituições. Sem este auxílio teria com certeza, sido uma tarefa mais difícil de executar.

À Professora Isabel de Sousa por me ter orientado o trabalho e tudo o que me foi ensinando ao longo do período de desenvolvimento do mesmo. E também pela oportunidade que me deu de desenvolver este trabalho.

À Professora Anabela Raymundo por me ter ensinado, apoiado constantemente ao longo de todos estes meses de trabalho, pela simpatia, disponibilidade e motivação que me foi imprimindo no decorrer do mesmo. A sua dedicação foi essencial para a realização do presente trabalho.

À Engenheira Patrícia Fradinho e à Vanessa Batista, que foram colegas de trabalho, demonstraram ser um apoio essencial à realização deste trabalho. Todas as ideias, conhecimentos, tempo dispensado e pelos incentivos, agradeço.

À AJM Pastelarias, Lda, chefe António Melgão por todo o suporte prestado na realização do desenvolvimento da Tese de Mestrado.

O meu muito obrigada, a todos os colegas e amigos do Instituto Superior de Agronomia (ISA) e funcionários do Pavilhão de Agro-Indústrias, pelo bom ambiente de trabalho e boa disposição no desenvolvimento do trabalho e que de alguma forma também colaboraram na execução deste trabalho. Não posso deixar de destacar algumas pessoas que me acompanharam ao longo de todo este processo, a Andreia Amaral, a Laura Carrilho e a Joana Silva, que demonstraram uma paciência, amizade, apoio e carinho intermináveis.

A todos os meus amigos de longa data e aos mais recentes, que conheci ao longo destes últimos dois anos de Mestrado, no Instituto Superior de Agronomia, o meu obrigada, por acreditarem em mim e pela força constante.

Aos meus pais e irmã, agradeço imenso por me terem dado o apoio incondicional, que sempre me tem dado até então. Com certeza sem eles não teria chegado onde me encontro hoje em dia. Agradeço bastante pelo voto de confiança que me depositaram, o apoio, a força, o carinho, esforço que têm feito e a presença constante.

O meu muito obrigado a todos.

Resumo

O principal objetivo deste trabalho, passa pelo desenvolvimento da formulação de recheios hipocalóricos para bombons de chocolate, que tenham um impacto positivo na saúde do consumidor. Este tema de tese de mestrado, foi desenvolvido dentro de um Projeto QREN - I&DT Co-promoção 33880 “HealthyBombons”, em parceria com a empresa AJM Pastelarias, Lda. Efetuaram-se gelificados de frutas produzidos à base de três tipos de frutas, pera rocha, mirtilos e maçã verde, sendo comparados com dois recheios comerciais de framboesa e maracujá, produzidos pela empresa AJM Pastelarias, Lda. Para a produção dos recheios introduziram-se quatro tipos de ingredientes com funcionalidades diferentes, sistemas de gelificação (farinha de arroz ou psyllium e inulina), ingredientes funcionais (chocolate), edulcorantes e especiarias.

Foram estudados vários aspetos, o efeito da concentração de psyllium, de edulcorantes e de fibras e proteína na estrutura dos recheios e o efeito do tipo de fruta nos recheios com farinha de arroz ou com psyllium e inulina. Os gelificados foram produzidos a 90°C num agitador com hélice em cruz, durante 30 minutos a uma velocidade de rotação de 400 r.p.m., seguidos de arrefecimento a 20°C, durante 12 horas. Verificou-se uma redução significativa, no valor calórico, tanto no gelificado de fruta com introdução de farinha de arroz como no de chocolate, na ordem dos 220 Kcal.

Palavras-chave: Recheios hipocalóricos, frutas tradicionais, benefícios na saúde, ingrediente funcional.

Abstract

The main objective of this work involves the development of formulations of low-calorie fillings for chocolate candies that have a positive impact on consumers health. This theme of master's thesis, was developed within the QREN Project - I&DT Co-promotion 33880 "HealthyBombons", in partnership with AJM Pastelarias, Lda. Fruit fillings based on three types of fruit, pear (pera rocha), blueberries and green apple were produced. Three fillings were compared with two commercial fruit fillings, raspberry and passionflower, produced by the company AJM Pastelarias, Lda. For the production of the fillings were four types of ingredients with different features, were produced, gelling agents (rice flour or psyllium and inulin), chocolate, sweeteners and spices.

The effect of psyllium, sweeteners, protein and fiber concentration in the structure of the fillings and the effect of the type of the fruit fillings with the additions of rice flour or psyllium and inulin, were studied. The filling was produced at 90°C, on a mixer with an helix pad, for 30 minutes at a rotation speed of 400 rpm at let to set at 20°C for 12 hours. There was a significant reduction in caloric value, both in the gelled fruit fillings and on the rice flour and psyllium fillings, of the order of 220 kcal.

Keywords: Low-calorie fillings, traditional fruit, health benefits, functional ingredient

Extended Abstract

Nowadays, there is a growing tendency of eating healthy. The main objective of this work involves the development of the formulation of low-calorie fillings for chocolate candies that have a positive impact in the health of the consumer. This theme of Master's Thesis, was developed within the QREN Project - I&DT Co-promotion 33880 "HealthyBombons", in partnership with AJM Pastelarias, Lda.

Two types of hypocaloric fillings were produced based on three types of fruits: blueberries, pear (Pera Rocha) and green apple. The big difference between of these two types of fillings was that one of the fillings had milk chocolate and the other one not have any chocolate. In the filling without chocolate the gelling system was obtained by adding rice flour or chestnut flour and the fillings with chocolate the gelling system was based of fibers, such as inulin and psyllium also considered to be functional ingredients.

In all preliminary studies tests of texture (TPA) were made as well as evaluation of water activity (a_w) and sensory proofs. Psyllium was incorporated only at 1,5% (m/m) for its high water absorption at both low and high temperatures (25 - 95°C) leading to gel formation. The psyllium was incorporated with a particle dimension < 180 μm in diameter.

The filling with 7% (m/m) of inulin was considered to be the "optimal" formulation based at Pera Rocha, for having identical physical characteristics to the commercial sample of passionflower, with a value of 0,84 a_w . This formulation was extrapolated to the two other fruits formulas. In preliminary tests it was found that the psyllium form gels with good firmness at a concentration of 1 - 2% (m/m), on the other hand, it was proved that sorbitol had an important role in reducing the a_w , giving a very sweet taste. The combination of inulin and psyllium originated a filling with an a_w and firmness almost identical to the commercial passionflower filling.

The effect of the type of fruit used was found for the sample with green apple with a significant firmness than the chocolate fillings but still significantly ($p < 0,05$) less than the commercial fillings raspberry and passionflower. Green apple purée has a higher gelling power in thee mixtures than the others two fruits, probably because it has a higher percentage of pectin.

The fillings with rice and chestnut flours were sensory analyzed and it was found that the samples with chestnut flour present a strong taste and a floury perception in taste, so we adopted rice flour at 20% (m/m). These rice fillings were neutral at taste and not floury in perception.

Aiming to increase the final product shelf life, the addition of four types of spices: cinnamon, ginger, nutmeg and cloves. These spices were tested in two optimized formulations, with

chocolate and without chocolate, both based on green apples. In both assays it was found that the results are similar to the earlier ones, i.e., spices have no influence on the final blend. Microbiologically the fillings were good for consumption after a month and a half of storage.

The rheological measurement of fillings with and without spice was made and it was found that fillings with chocolate and with rice flour not have different behaviors. The mechanical spectra with greater magnitude of the difference between G' and G'' was obtained for commercial formulations.

From the caloric calculated values of the fillings in analysis, it appears that there was a significant reduction in caloric value in both fillings. Both the fillings with rice flour and with chocolate (Lactér Barry) showed a difference in order of 153-150 Kcal from the commercial fillings calories.

In the sensory analysis, the attribute with the lowest score (2) was the adhesion of the filling. For this reason most of tasters said that they would not buy this product. The filling with 1,5% (m/m) of psyllium and 7% (m/m) of inulin was the sample with the highest scores on buying intention and global appreciation.

The present work fulfilled the proposed objective, i.e., a clear reduction of the caloric value of the initial product was reached. The other objective was keep a reasonable shelf life and in this work at least a month and a shelf life was achieved.

Keywords: Low-calorie fillings, traditional fruit, health benefits, functional ingredient.

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Extended Abstract.....	iv
Índice de Tabelas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Capítulo 1 – Introdução e Objetivos.....	12
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico.....	14
1. Desenvolvimento de novos produtos alimentares.....	14
2. Chocolate.....	15
2.1. Processo de fabrico.....	16
2.2. Bombons e recheios de chocolate.....	18
3. Fruta utilizada.....	19
3.1. Pera rocha, maçã verde e mirtilos.....	19
3.2. Utilizações na culinária.....	20
4. Edulcorantes e Adoçantes.....	21
5. Especiarias.....	23
6. Géis alimentares.....	24
6.1. Agentes gelificantes e ingredientes funcionais.....	24
6.1.1. Psyllium.....	25
6.1.2. Inulina.....	26
6.1.3. Farinha de arroz e de castanha.....	27
6.1.4. Filbras interna e externa de tremoço.....	28
6.1.5. Proteína de ervilha.....	28
6.2. Processos e mecanismos de gelificação.....	29
6.3. Caracterização física de géis alimentares.....	31
6.3.1. Avaliação da textura de géis.....	31
6.3.2. Caracterização reológica de géis.....	34
7. Actividade microbológica em géis alimentares.....	37
8. Análise sensorial de bombons e géis alimentares.....	38
Capítulo 3 - Desenvolvimento Experimental.....	40
1. Materiais e Métodos.....	40
1.1. Recheios Comerciais.....	40
1.2. Recheios hipocalóricos.....	40

1.3.	Processamento dos recheios.....	41
1.4.	Métodos analíticos.....	42
1.4.1.	Determinação da atividade da água (a_w).....	42
1.4.2.	Determinação do pH.....	42
1.4.3.	Avaliação da textura	42
1.4.4.	Caraterização reológica.....	43
1.4.5.	Análise microbiológica	44
1.4.6.	Análise Sensorial.....	44
1.4.7.	Tratamento estatístico dos resultados	45
2.	- Resultados e Discussão.....	46
1.	Estabelecimento da formulação à base de pera rocha.....	46
1.1.	Estudo preliminar do efeito da concentração de psyllium na estrutura do recheio 46	
1.2.	Estudo preliminar do efeito de edulcorantes na estrutura do recheio	48
1.3.	Estudo preliminar do efeito de fibras e proteína na estrutura do recheio.....	49
2.	Efeito do tipo de fruta nos recheios para bombons de chocolate	53
2.1.	Mirtilos	53
2.2.	Maçã Verde	54
2.3.	Os três tipos de fruta.....	55
3.	Incorporação de farinhas nos recheios para bombons de chocolate	56
4.	Efeito das especiarias nos recheios para bombons de chocolate	60
4.1.	Farinha de arroz	61
4.2.	Chocolate - Lactér Barry	63
4.3.	Análise microbiológica	65
5.	Estudo da reologia nos recheios para bombons de chocolate	67
6.	Composição nutricional dos recheios para bombons de chocolate	68
7.	Análise Sensorial dos recheios para bombons de chocolate.....	69
3.	- Conclusão.....	72
4.	- Referências Bibliográficas	74
	Anexos.....	81

Índice de Tabelas

Tabela 1. Componentes principais de chocolate negro, de leite e branco.	16
Tabela 2. Caracterização do sorbitol, edulcorante nutritivo.....	22
Tabela 3. Ensaio de textura e suas características.	32
Tabela 4. Atributos mecânicos obtidos a partir do texturograma do TPA e sua relação com as características físicas e os atributos sensoriais – Textura e Análise Sensorial.	34
Tabela 5. Valores de aw mínimos requeridos, para o crescimento de microrganismos.	38
Tabela 6. Formulação base do recheio de pera rocha.....	46
Tabela 7. Formulação base do recheio de mirtilos.	57
Tabela 8. Comparação da composição nutricional das formulações otimizadas, com os recheios comerciais.....	68

Índice de Figuras

Figura 1. Micro-focos da Gestão do Processo de desenvolvimento de Produtos.....	14
Figura 2. Etapas de processamento do chocolate de leite.....	17
Figura 3. Esquema do processo de formação de géis.....	29
Figura 4. Texturograma típico de um gel.....	33
Figura 5. Evolução da deformação ao longo do tempo, em função de uma tensão aplicada.	35
Figura 6. Espectros mecânicos típicos de quatro tipos de sistemas. a) Solução diluída. b) Solução de polímero emaranhado. c) Gel forte. d) Gel fraco.....	36
Figura 7. Diagrama de produção dos recheios com chocolate (Lactér Barry).....	41
Figura 8. Determinação da atividade da água dos recheios de bombons.....	42
Figura 9. Texturómetro TA-XT plus (Stable Microsystems, UK).....	43
Figura 10. Reómetro de tensão controlada MARS III (Haake, Alemanha).....	44
Figura 11. Prova Sensorial.....	45
Figura 12. Comparação da firmeza (A) e valores de aw (B) dos ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	48
Figura 13. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos ensaios com 5 e 10% de sorbitol, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	49
Figura 14. Comparação das firmezas dos ensaios com inulina e fibra externa e interna de tremoço e proteína de ervilha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá....	50
Figura 15. Comparação dos valores de aw dos ensaios com inulina e fibra externa e interna de tremoço e proteína de ervilha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.	51
Figura 16. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos ensaios com 3 e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	52
Figura 17. Comparação da firmeza (A) e do aw (B) dos ensaios com 6, 10 e 11% (m/m) de açúcar invertido, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	53
Figura 18. Comparação da firmeza (A) e aw (B) dos ensaios com 45 e 50% (m/m) de Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	55
Figura 19. Comparação da firmeza (A) e do aw (B) da pera rocha, mirtilos e maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	56
Figura 21. Comparação da aw dos ensaios com diferentes percentagens de farinha de arroz e castanha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	59
Figura 20. Comparação da firmeza dos ensaios com diferentes percentagens de farinha de arroz e castanha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	58
Figura 22. Recheios de (a) mirtilos, (b) pera rocha e (c) maçã verde.....	59

Figura 23. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos recheios obtidos, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	60
Figura 24. Comparação da firmeza dos recheios em desenvolvimentos com especiarias e dos recheios com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	61
Figura 25. Comparação dos valores de aw dos recheios em desenvolvimentos com especiarias e dos recheios com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	62
Figura 26. Comparação dos valores de pH dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	63
Figura 27. Comparação dos valores de firmeza dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	64
Figura 28. Comparação dos valores de aw dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	64
Figura 29. Comparação dos valores de firmeza dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.....	65
Figura 30. Análise microbiológica a bolores e leveduras e mesófilos totais aos recheios em desenvolvimento, com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina e 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, ambos com e sem chocolate Lactér Barry.....	66
Figura 31. Espectro mecânico dos recheios em desenvolvimento, com 1,5% de psyllium e 7% (m/m) de inulina, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, farinha de arroz e canela, lactér barry e canela e dos recheios comerciais de framboesa e maracujá.....	67
Figura 32. Caracterização do painel de provadores, por idade (A) e sexo (B).	69
Figura 33. Caracterização do consumo médio, por sexos.	70
Figura 34. Avaliações da prova sensorial dos recheios em desenvolvimento, com chocolate sem canela, farinha de arroz sem canela, farinha de arroz e canela e de lactér barry e canela.	71

Anexos

Figura 35. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.....	85
--	----

Figura 36. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 5 e 10% (m/m) de sorbitol, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	85
Figura 37. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com proteína de ervilha, fibra interna e externa de tremoço e inulina, com os recheios comerciais framboesa e maracujá.	86
Figura 38. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios 3 e 7 % de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	86
Figura 39. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 6, 10 e 11% (m/m) de açúcar invertido, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	87
Figura 40. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios 45 e 50% (m/m) de Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	87
Figura 41. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios Pera Rocha, Mirtilos e Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	88
Figura 42. Comparação da adesividade dos ensaios com 15 % (m/m) de farinha de arroz e de castanha, 20% (m/m) de farinha de arroz com 74 e 57% (m/m) de mirtilos e 10% (m/m) de farinha de castanha, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	88
Figura 43. Comparação da coesividade dos ensaios com 15% (m/m) de farinha de arroz e de castanha, 20% (m/m) de farinha de arroz com 74 e 57% (m/m) de mirtilos e 10% (m/m) de farinha de castanha, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	89
Figura 44. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios Pera Rocha, Mirtilos e Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	89
Figura 45. Comparação da adesividade do ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	90
Figura 46. Comparação da coesividade do ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	90
Figura 47. Comparação da adesividade do ensaio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	91
Figura 48. Comparação da coesividade do ensaio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.	91
Figura 49. Espectro mecânico dos recheios em desenvolvimento, com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, farinha de arroz e canela e lactér barry e canela.	92

Capítulo 1 – Introdução e Objetivos

Hoje em dia, cada vez mais há a preocupação de uma alimentação saudável, por isso mesmo o desenvolvimento de produtos que tenham por base essa linha de pensamento está cada vez mais em voga.

É bem conhecido que o consumo excessivo de açúcar, podendo levar a doenças crônicas. Por isso mesmo, a população em geral, tem a tendência a ficar mais consciente da sua saúde, procurando produtos sem açúcar ou com redução significativa do mesmo. O aumento da procura deste tipo de produtos, faz com que haja um aumento de tentativas de produção, na modificação de produtos naturais e artificiais, com agentes de substituição (Manisha, *et al.*, 2012).

Tendo em conta este fato, o presente trabalho tem por base o desenvolvimento de dois tipos de recheios para bombons de chocolate, com baixo teor calórico e com um longo tempo de prateleira.

Os bombons são um produto de procura generalizada, sendo o seu consumo condicionado por questões dietéticas, nomeadamente pelo seu elevado teor calórico. Um dos recheios contem farinha de arroz, tendo sido também testada a farinha de castanha, como sistema de gelificação e o segundo recheio uma combinação de psyllium e inulina, sendo que estes dois tipos de recheios têm por base três tipos de frutas, Pera Rocha, Maçã Verde e Mirtilos.

A ideia da utilização de fruta nos recheios, deveu-se também por acompanhar esta mudança de hábitos de consumo que tem vindo a surgir, levando assim à valorização da utilização de produtos produzidos no mercado Português, como é o exemplo da produção de pera rocha e dos mirtilos.

Este tema de tese de mestrado, foi desenvolvido dentro de um Projeto QREN - I&DT Co-promoção 33880 “HealthyBombons”, em parceria com a empresa AJM Pastelarias Lda. O principal objetivo deste trabalho, passa pelo desenvolvimento da formulação de recheios hipocalóricos para bombons de chocolate, que tenham um impacto positivo na saúde do consumidor.

Ao trabalho apresentado nesta tese, esteve associada uma forte componente de divulgação, tendo sido aceites para apresentação em congressos, três pósteres.

Pósteres em Congressos nacionais e internacionais (vide Anexo I)

Fradinho, P., Faísca. M., Batista. V., Raymundo. A., Sousa. I. 2014. Development of hypocaloric bonbons filling with functional characteristics. 17th World Congress of Food Science & Technology (IUFoST 2014), Montreal, Canada.

Batista, V., Fradinho, P., Faísca, M., Raymundo, A., Sousa, I. 2014. Desenvolvimento de Bombons Saudáveis com impacto positivo na saúde. XIII Congresso de Alimentação e Nutrição, Porto, Portugal.

Fradinho, P., Faísca, M., Batista, V., Raymundo, A., Sousa, I. 2014. Recheios hipocalóricos para Bombons com características funcionais. 12º Encontro da Química dos Alimentos, Lisboa, Portugal.

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

1. Desenvolvimento de novos produtos alimentares

Um dos aspetos mais importantes de investigação na área alimentar, tem sido o desenvolvimento de produtos sustentáveis, que são definidos pelos seus ciclos de vida (Kakehi, *et al.*, 2009). Hoje em dia, cada vez mais empresas apostam no design, na produção e no fornecimento de produtos com valor acrescentado para os consumidores e produtos sustentáveis, tendo sempre em conta o mercado muito competitivo (Gmelin & Seuring, 2014).

A base do desenvolvimento de novos produtos (DNP) é o ciclo de vida do mesmo. Assim sendo, o desenvolvimento pode ter por base a integração de processos tecnológicos, novas formulações do produto e/ou avaliação da imagem do produto por parte dos consumidores (Evans, *et al.*, 2007). Um produto pode ser definido como algo que pode satisfazer uma determinada necessidade ou desejo do consumidor (Leber, *et al.*, 2014).

O Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) tem adquirido crescente importância nas empresas devido à elevada concorrência e à procura dos consumidores no mercado, que têm feito com que o padrão de excelência nos níveis de qualidade, preço e prazo de desenvolvimento seja cada vez maior. Porém, o desenvolvimento de produtos é um processo complexo e de natureza multidisciplinar (Figura 1), que exige uma estreita relação entre a administração da empresa, a equipa de investigação e desenvolvimento (I&D) e os setores de marketing, produção, compras, controlo de qualidade e vendas, consumidores e fornecedores, para se obter o sucesso desejado (Senhoras, *et al.*, 2007).

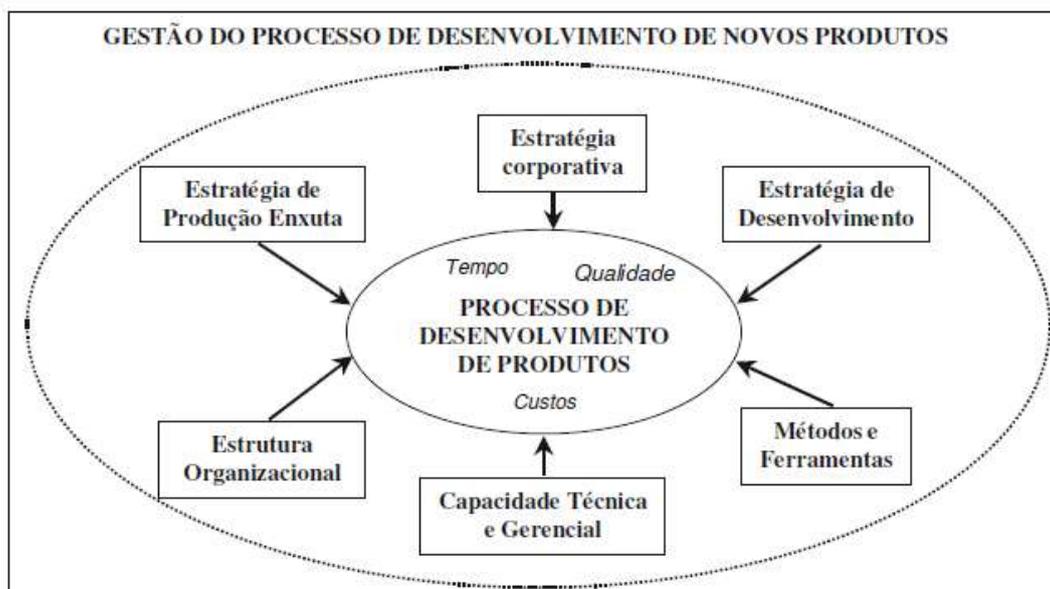


Figura 1. Micro-focos da Gestão do Processo de desenvolvimento de Produtos.

Fonte: (Senhoras, *et al.*, 2007).

No contexto do desenvolvimento de novo produto, o risco refere-se à possibilidade de que um produto, recém-desenvolvido, possa falhar devido a vários fatores, ou seja, falha de mercado, limitações de tecnologia e fatores que dificultam a gestão, levando a vendas insuficientes. As empresas têm de assumir riscos para lançar novos produtos mais rapidamente e com sucesso. As empresas exigem, portanto, uma estratégia não apenas de prevenção de riscos, mas de gestão de risco para introduzir novos produtos com sucesso nos mercados (Mu, *et al.*, 2009).

Estudos sugerem a adoção de uma estrutura de gestão de riscos, que integra os três fatores de risco mais importantes que afetam o desempenho DNP: tecnologia, marketing e organização. No entanto, esta abordagem dá pouca atenção à natureza do processo de risco e há pouca evidência empírica sobre a forma de gestão de risco que pode melhorar o desempenho DNP (Mu, *et al.*, 2009).

Um dos principais desafios enfrentados no DNP é a forma de adquirir conhecimento e gerir as fontes de incerteza, a fim de reduzir o risco de fracasso do projeto ou produto resultante (Cooper, 2003).

2. Chocolate

O chocolate é uma suspensão semi-sólida, de partículas sólidas finas de açúcar e de cacau com cerca de 70% do total da suspensão, na fase gorda contínua. O cacau é derivado das sementes obtidas a partir do fruto de *Theobroma cacao*, sendo que a produção mundial maioritária se concentra no cacau do tipo Forastero, composto por grãos pequenos, achatados e roxos.

Atualmente, a África Ocidental produz mais de 70 % do cacau mundial (Amoye, 2006). Devido à procura deste tipo de produto, cada vez mais existem melhorias significativas na sua produção (Guehi, *et al.*, 2008). O processo de fabrico do chocolate é variável devido às preferências dos consumidores e às diferentes práticas tecnológicas das empresas.

Existem categorias primárias de chocolate, sendo estas, negro, leite e branco, diferenciando-se nas percentagens de cacau e manteiga de cacau, levando a que haja diferenças nas quantidades de hidratos de carbono, gordura e proteína, como se pode ver na Tabela 1 (Beckett, 2000). Apesar do alto conteúdo em lípidos e açúcares, o consumo de chocolate tem uma contribuição positiva para a nutrição humana, através do fornecimento de antioxidantes, principalmente polifenóis, incluindo flavonóides, como a epicatequina, catequina e nomeadamente as procianidinas (Afoakwa, *et al.*, 2007).

Tabela 1. Componentes principais de chocolate negro, de leite e branco.

Produto	Hidratos de carbono (%)	Gordura (%)	Proteína (%)
Chocolate negro	63,5	28,0	5,0
Chocolate de leite	56,9	30,7	7,7
Chocolate branco	58,3	30,9	8,0

Adaptado de Afoakwa, *et al.* (2007)

O chocolate também contém sais minerais, especialmente de potássio, magnésio, cobre e ferro (Afoakwa, *et al.*, 2007).

As propriedades reológicas do chocolate são muito importantes no seu processo de fabrico, pois para obtenção de produtos de alta qualidade com textura bem definida tem de se ter em conta estas propriedades. A viscosidade reflete a composição, estratégia de processamento e distribuição do tamanho da partícula no chocolate (Baixauli, *et al.*, 2007). Chocolates com alta viscosidade têm um paladar pastoso, persistindo na boca (Beckett, 2000). Por outro lado, a viscosidade aparente em soluções aquosas influencia o sabor na boca e a intensidade do gosto durante o consumo (Denker, *et al.*, 2006), assim, dá-se uma grande importância às medições reológicas por estas estarem intimamente relacionadas com o carácter sensorial do chocolate (Afoakwa, *et al.*, 2007).

2.1. *Processo de fabrico*

Nas bagas de cacau, 30 a 50 sementes são cobertas de polpa branca e atingem a maturação após 4 a 6 meses, onde estes contendo dois tipos de cotilédones, o que dita o rendimento da massa de cacau para a produção de chocolate, para manteiga de cacau ou para cacau em pó (Afoakwa, *et al.*, 2007).

As fermentações enzimática e microbiana após a colheita induzem alterações físicas e químicas nos grãos com mais de 5 a 7 dias (Afoakwa, *et al.*, 2007), com reações de escurecimento de polifenol com proteínas (12 a 15 % total) e de peptídeos que originam os aromas e as cores características do cacau.

O processo geral de fabrico de chocolate pode ver-se na Figura 2, contemplando etapas como mistura, refinação e conchagem da pasta de chocolate. Os resultados que se pretendem obter são texturas suaves (Afoakwa, *et al.*, 2007).

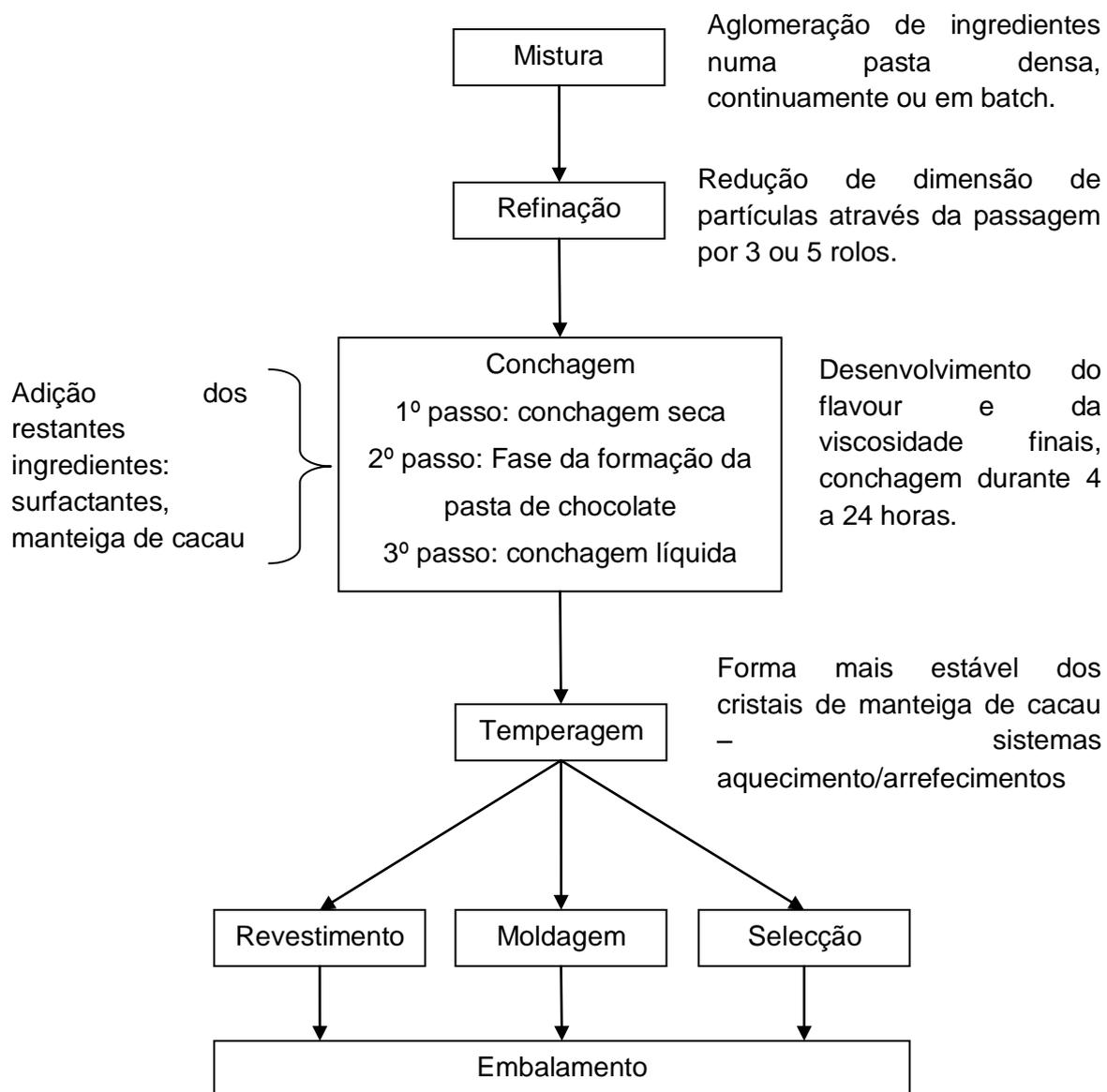


Figura 2. Etapas de processamento do chocolate de leite.

Adaptado de Afoakwa, *et al.*, (2007)

O chocolate é um produto obtido por um processo tecnológico adequado, a partir da mistura de licor ou massa de cacau, manteiga de cacau e açúcar (sacarose). O leite e seus derivados são incluídos na produção de chocolate de leite. O chocolate branco não contém licor de cacau, sendo elaborado apenas com açúcar, manteiga de cacau e leite. Para além desses ingredientes base, também são utilizados, nas formulações, emulsionantes e aromatizantes (Cohen, *et al.*, 2004).

As etapas de processamento do chocolate são: mistura, que consiste em homogeneizar os ingredientes, nas proporções corretas da formulação, até à obtenção de uma massa uniforme; refinação, onde se realiza a redução de granulometria da massa, de modo a que

90% das partículas atinjam dimensões aproximadamente de 20 μm ; conchagem, na qual o produto refinado é submetido por várias horas à agitação e cisalhamento, sob temperatura controlada, removendo os voláteis indesejáveis, promovendo, por sua vez, a redução da humidade e da viscosidade, desenvolvendo sabor; temperagem ou pré-cristalização, etapa responsável pela indução da cristalização da manteiga de cacau na forma mais estável, ou forma beta (β); moldagem e arrefecimento, onde o chocolate líquido é depositado em moldes e arrefecido até a fase gorda atingir um grau de cristalização adequado. Posteriormente, o produto segue para as etapas de desmoldagem e de embalagem (Cohen, *et al.*, 2004 ; Afoakwa, *et al.*, 2007).

2.2. *Bombons e recheios de chocolate*

No final dos anos 80, os primeiros testes de produção de conchas de chocolate para bombons, foram designados por "estampagem a frio" (Meyer, 2009). A ideia seria ter uma forma mais rápida de produzir uma concha de chocolate. Muitos métodos foram estudados e ensaiados de modo que se obtiveram diferentes processos alternativos para a produção de bombons de chocolate (Bakalis, *et al.*, 2011). A produção de bombons de chocolate é um grande desafio visto que, para se ter uma concha de chocolate fina é necessário cumprir uma série de etapas (Meyer, 2009).

A tecnologia de "estampagem a frio" é a melhor maneira de produzir conchas de chocolate, uniformemente finas, com pesos exatos e geometrias complexas. É importante que a atmosfera seja de ar seco porque, caso contrário há formação de cristais de gelo no molde (Meyer, 2009).

Hoje em dia, cada vez mais os consumidores anseiam por diferentes variedades, incentivando os produtores a criarem constantemente novos tipos de bombons de chocolates. A produção de bombons é bastante complexa, porque cada vez que é necessária a produção de um novo formato, há uma mudança na linha de produção, o molde tem que ser substituído e a atmosfera de ar seco tem de ser restabelecida, usando uma quantidade considerável de tempo e de energia (Meyer, 2009).

Por outro lado, a substituição de gordura em recheios de confeitaria também é uma tarefa muito exigente, uma vez que representam sistemas complexos, polidispersos de partículas em açúcar, cacau, leite em pó e de outros componentes suspensos, na fase contínua gordura. Existem algumas patentes e artigos sobre trabalhos onde se investiga a redução de gordura no chocolate e em recheios, removendo simplesmente a parte da gordura, sem adição de quaisquer substitutos e a combinação de emulsionantes com inulina, preparados utilizando concentrações particulares (Hadnađev, *et al.*, 2014).

No presente trabalho utilizaram-se três tipos de frutas, pera rocha, maçã verde e mirtilos, com o intuito de se desenvolver novos gelificados de fruta hipocalóricos para introdução em bombons de chocolate. Para o desenvolvimento deste tipo de recheios foram utilizados ingredientes funcionais, agentes de gelificação e ainda adoçantes e edulcorantes, como se irá descrever mais à frente.

3. Fruta utilizada

Estudos anteriores relacionaram o consumo elevado de frutas e legumes com uma menor incidência de doenças crônicas, como o cancro, diabetes, doenças cardiovasculares e deficiências neuro degenerativas. É também conhecido, que os benefícios para a saúde, são em parte atribuídos à capacidade antioxidante, derivada a partir dos compostos fenólicos presentes em plantas comestíveis (Galvis-Sánchez, *et al.*, 2003).

3.1. Pera rocha, maçã verde e mirtilos

O sabor desejável e alta digestibilidade da **pera** (*Pyrus communis L.*), torna-a muito popular entre os consumidores (Tanriöven & Ekşi, 2005). A análise de açúcares, ácidos orgânicos e de ácidos gordos, aminoácidos, vitaminas, compostos fenólicos, voláteis e minerais em diferentes cultivares de pera foram relatados. A natureza e a concentração de tais constituintes são responsáveis pelas características organolépticas da pera, que são muito importantes do ponto de vista comercial (Salta, *et al.*, 2010).

A produção de pera representa uma atividade económica significativa em Portugal, cerca de 190 mil toneladas por ano, sendo a cultivar Rocha, uma variedade Portuguesa exclusiva, responsável por 95% da produção nacional, que se concentra principalmente na região Oeste do país (Salta, *et al.*, 2010).

No que diz respeito aos **mirtilos** (*Vaccinium L.*), os Estados Unidos da América são o maior produtor mundial, com 55% da produção total. A indústria de mirtilos é composta por duas categorias de mercado: frescos e transformados. A maioria dos mirtilos processados são congelados para uso como ingrediente, em outros alimentos como pães, iogurtes e gelados (Zhang, *et al.*, 2014). Em Portugal a cultura deste tipo de fruta tem merecido especial destaque nos últimos anos e alcançando níveis crescentes de produção. Destaca-se a região de Seriado de Vouga que é pioneira na produção deste fruto em larga escala, especialmente para exportação.

A **maçã** (*Malus doméstica Borkh*) é uma das culturas de frutas mais importantes mundo, das regiões temperadas. A sua cor é um fator muito importante, no que diz respeito, ao apelo do consumo da mesma, por parte do consumidor (Zhang, *et al.*, 2013).

As maçãs 'Granny Smith' exibem uma cor verde (Reay, 1999). Verificou-se que, é durante a fase de maturação do fruto, quando estes à luz solar acumulam níveis significativos de

antocianina na casca. Investigações relatam que se utilizaram cultivares de macieira de pele vermelha como materiais experimentais para elucidar a regulação molecular da biossíntese de antocianina (Xu, *et al.*, 2012). No entanto, informações a respeito da regulação genética da biossíntese da antocianina de cultivares de casca não-vermelha são raras (Zhang, *et al.*, 2013).

3.2. Utilizações na culinária

Existem diversas aplicações das frutas na culinária, no entanto, uma das aplicações mais usuais é na confecção de doces. Estas representam um método muito popular para conservar uma grande variedade de frutas (Southgats, 1992).

A gelificação nos doces depende diretamente da quantidade de pectina presente na fruta e a melhor ocasião para preparar o doce é quando a fruta se encontra fresca e madura. A pectina é uma substância gelificante natural que se encontra nas células das membranas da fruta, parecida à goma. E a quantidade e qualidade da pectina presente depende do tipo de fruta e do seu estado. A fruta verde contém uma maior quantidade de pectina que a fruta madura, isto porque a pectina é utilizada gradualmente pelas enzimas durante o processo de maturação. A pectina é mais facilmente extraída quando a fruta se encontra ligeiramente verde e este processo é favorecido pela presença de ácido. As proporções corretas de pectinas, ácido e açúcar são essenciais para a preparação de um bom doce (Southgats, 1992).

O termo "pectina" descreve uma família de polissacáridos extremamente complexa com uma estrutura diversa. Esta é um dos principais componentes da parede celular da planta e pode ser composto por um máximo de 17 monossacáridos, com mais de 20 diferentes ligações. Existem três polissacáridos importantes e todos contêm ácido galacturónico (GalA): homogalaturonano (HG), com ligações 1,4 α -D-GalA, ramnogalacturonano I (RGII) repetição de dissacárido (\rightarrow 4) α -D-GalA- (1 \rightarrow 2)- α -L-Rha- (1 \rightarrow), para que uma variedade de diferentes cadeias de glicano (principalmente arabinano e galactano) estejam ligadas aos resíduos de ramnose e de ramnogalacturonano II (RGII). Os comprimentos da cadeia dos vários domínios das pectinas podem variar consideravelmente e a composição de açúcar de RGII também pode ser altamente heterogênea. O grau de metil-esterificação e grau de acetilação tem um forte impacto sobre as propriedades funcionais das pectinas e estas são classificadas, como sendo de alta ou baixa esterificação com DM > 50% DM e < 50%, respetivamente. A pectina de alto metoxilo pode formar um gel em condições ácidas, a altas temperaturas, na presença de elevadas concentrações de açúcar, em contrapartida as de baixo grau metoxilo formam géis de pectina por interação com os catiões bivalentes, particularmente Ca²⁺. Assim, são utilizadas como ingrediente funcional, na indústria de alimentos (Lira-Ortiz, *et al.*, 2014).

Comercialmente, as pectinas são obtidas principalmente a partir de casca de frutas cítricas e de polpa de maçã. No entanto, têm sido realizados os esforços, a fim de se encontrar fontes de pectina alternativas para aproveitar os vastos recursos biológicos existentes nos diferentes ecossistemas. Neste sentido, a pectina têm sido isolada de vários tecidos vegetais e subprodutos de plantas, tais como, resíduos de sisal e casca de cacau (Lira-Ortiz, *et al.*, 2014).

As maçãs cozidas, groselhas, uvas e algumas variedades de ameixas, podem ser utilizadas para preparar doces que gelifiquem bem, no entanto as peras e as cerejas não contêm pectina suficiente para preparar um doce com uma boa gelificação. As peras e os mirtilos têm um baixo teor em pectina para se fazer doce (Southgats, 1992).

4. Edulcorantes e Adoçantes

Desde sempre que existe um desejo inato pelo sabor doce. Inicialmente o açúcar era designado como sendo uma especiaria ou medicamento, só mais tarde é que passou a ser visto como um complemento alimentar. No entanto, hoje em dia, utilizam-se substitutos da sacarose, nomeadamente os edulcorantes ou adoçantes, que vieram substituir o açúcar na composição de alimentos. O uso deste tipo de aditivo, tem sido objeto de muitas polémicas, especialmente quando se relaciona com a segurança do organismo do ser humano (ASAE, 2006).

Estes encontram-se disponíveis na forma líquida, em pó ou em comprimidos, substituindo parcialmente ou totalmente o açúcar que poderia ser adicionado ao alimento. Nos alimentos pode-se ainda ter uma combinação de edulcorantes ou só mesmo a adição de um tipo (ASAE, 2006).

A legislação europeia e nacional, Directiva 94/35 e Decreto-Lei nº394/98, respetivamente, refere que, salvo disposição contrária específica na matéria, os edulcorantes não podem ser utilizados nos produtos alimentares destinados a lactentes e crianças de tenra idade (ASAE, 2006). Normalmente, os diabéticos recorrem a edulcorantes nutritivos e não nutritivos (Castro & Franco, 2002).

Atualmente, a legislação da UE define sete edulcorantes nutritivos (naturais): sorbitol (E420), manitol (E421), isomalte (E953), maltitol (E965), lactitol (E966), xilitol (E967) e eritritol (E968) (Grembecka, *et al.*, 2014); o segundo grupo, adoçantes artificiais: aspartame (E951), sucralose (E955) e acesulfame-K (E 950) (Manisha, *et al.*, 2012). A Tabela 2 resume algumas das características do edulcorante nutritivo, sorbitol.

Os edulcorantes utilizados para o desenvolvimento dos recheios hipocalóricos, foram sorbitol em pó, açúcar invertido e glucose líquida.

Os açúcares e edulcorantes são uma parte importante da dieta humana, estes são designados por edulcorantes nutritivos. A sacarose, glucose, frutose, lactose e maltose são

açúcares que têm origem na natureza, tais como em diversas frutas e mel, ou ainda através da adição de açúcares, principalmente da sacarose e açúcar invertido (Grembecka, *et al.*, 2014).

Tabela 2. Caracterização do sorbitol, edulcorante nutritivo.

Sorbitol	
Características	Resiste, sem perder seu potencial edulcorante, a processos de aquecimento, evaporação e cozimento. Existe naturalmente em frutas e vegetais como maçãs, pêssegos, ameixas e algas marinhas.
Poder adoçante	Possui 50% do poder adoçante da sacarose
Contribuição energética	2,6 kcal/g
Efeitos positivos	Por apresentar uma taxa de absorção mais lenta comparativamente à glicose, alguns estudos sugerem o seu efeito positivo no tratamento da Diabetes.
Efeitos negativos	Doses superiores a 20 a 30 g/dia de sorbitol produzem efeito diurético e doses superiores a 30 a 70 g/dia causam diarreia. O sorbitol também pode agravar a sintomatologia em doentes com síndrome do intestino irritável e reduzir a absorção da frutose. Em algumas pessoas, estes efeitos verificam-se mesmo em doses baixas, como 10 g/dia. O sorbitol, tal como outros polióis, pode promover a perda de minerais pelo organismo, principalmente o cálcio, podendo contribuir, desta forma, para a formação de cálculos renais

Adaptado de Senhoras, *et al.*(2007)

O açúcar invertido é constituído por glucose, frutose e por uma pequena parte de oligossacáridos, por norma o açúcar invertido contém 42% de glucose e 55% de frutose. HFS é uma alternativa à sacarose, visto que a sua doçura é comparável à do açúcar comum (sacarose), para além disto, este é amplamente utilizado como um adoçante nutricional (refrigerantes, sobremesas, doces, produtos lácteos) contribuindo para muitos atributos físicos e funcionais úteis, em aplicações em alimentos e bebidas, como doçura, realce de sabor, cor e desenvolvimento do sabor, ponto de depressão-congelação e estabilidade osmótica. A rápida utilização do açúcar invertido é atribuída a vários fatores, tais como, ter um sabor mais refrescante do que o oferecido pela sacarose, pode ser produzido a partir de amido (substrato disponível em alimentos), tem um custo menor e causa menor risco para os diabéticos ou pessoas com outras doenças metabólicas (Silva, *et al.*, 2006).

5. Especiarias

As especiarias são utilizadas em todo o mundo como ingredientes aromáticos e/ou picantes, na alimentação. Estas têm origem em plantas secas, comestíveis e aromáticas, que são utilizadas na indústria alimentar. Estas são preparadas a partir de diferentes partes da planta, como cascas (canela), botões florais (cravinho), raízes (gingibre), frutas (pimento) (Suhaj, 2006) e podem ser adicionadas a alimentos na sua forma natural ou como extratos (Przygodzka, *et al.*, 2014).

De um modo geral, as especiarias são utilizadas não só para aromatizar alimentos, mas também devido às suas propriedades anti-sépticas e medicinais. Recentemente, foram relatadas as propriedades, antimicrobianas (Tajkarimi, *et al.*, 2002), anti-inflamatórias (Mueller, *et al.*, 2010), anti-mutagênicas e anti-cancerígenas, das especiarias (Kaefer & Milner, 2008). Muitas de suas propriedades, relacionadas com a saúde, estão ligadas às suas propriedades antioxidantes. Por isso as especiarias são utilizadas em produtos farmacológicos, bem como na fitoterapia (Fitzgerald, *et al.*, 2003; Bythrow, 2005; Pawar, *et al.*, 2011).

A capacidade antioxidante de especiarias é pouco descrita, há poucos dados disponíveis (Hinneburg, *et al.*, 2006) (Suhaj, 2006). No entanto, a capacidade antioxidante e a redução de especiarias está intimamente relacionado com a presença de componentes químicos com atividade antioxidante, principalmente para os compostos fenólicos (Przygodzka, *et al.*, 2014).

A relação entre as propriedades antioxidantes de especiarias e a saúde tem um impacto crescente na inovação de alimentos, devido à popularidade do conceito de alimento funcional (Balestra, *et al.*, 2011).

No presente trabalho, estudou-se o efeito de quatro especiarias no desenvolvimento dos recheios à base de fruta, foram estas, noz-moscada, canela, gengibre e cravinho.

A **noz-moscada** é uma de semente seca, de *Myristica fragrans Houtt* (Família Myristicaceae). Esta é usada como especiaria e em medicina alternativa, uma vez que foi reportado ter efeitos benéficos na memória, ser anti-diurética, anti-inflamatória e ter propriedades anticancerígenas.

A **canela** é um produto natural amplamente utilizada pelos seres humanos, e vários autores relataram vários efeitos biológicos importantes associados. No entanto, o mecanismo de ação relacionado com a canela não é totalmente compreendido (Benarroza, *et al.*, 2008).

Na família Lauraceae, o género *Cinnamomum* (canela) é uma especiaria muito popular em todo o mundo. Este género compreende centenas de espécies que ocorrem na Ásia e na Austrália. *Cinnamomum zeylanicum* é originário do Sri Lanka (Ceilão), mas também nativo do sudeste da Índia. As suas qualidades sensoriais são de sabor ligeiramente doce, agradável, quente e amargo, além de ser fortemente aromático. Esta espécie de canela é

uma das melhores especiarias do mundo. É amplamente utilizada na cozinha ocidental em vários tipos de sobremesas (Benarroza, *et al.*, 2008).

O **gingibre** (*Zingiber officinale Roscoe*) (Schwertner & Rios, 2007) é amplamente utilizado como uma especiaria. Recentemente, uma ampla gama de atividades biológicas, tais como inseticidas, anti-bacterianos, anti-protozoários, anti-oxidantes, as atividades anti-inflamatórias e antiepatotóxico (Chakraborty & Sengupta, 2012).

Os fatores que contribuem para a variabilidade na resposta clínica do gengibre, não são conhecidos, mas pode ser devido a diferenças na qualidade dos produtos utilizados de gengibre ou a diferenças na composição dos pós de gengibre ou extratos de gengibre utilizados nos estudos (Schwertner & Rios, 2007).

6. Géis alimentares

Actualmente, a importância dada aos géis e ao processo tecnológico de gelificação é muito grande. Os componentes dos géis proporcionam diversas funções aos alimentos, especialmente na estrutura e estabilidade dos mesmos, para além destas duas funções os componentes dos géis também influenciam fortemente nos modos de processamento dos alimentos. A utilização dos géis, hoje em dia, é elevada, pois estes são tidos como substituintes das gorduras, dando assim ao amido do arroz novas aplicações como promotor do sistema de gelificação (Belitz & Grolch, 1992).

Na literatura existem diversas definições de gel, uma delas é dada por Pereda (2005), onde define gel como sendo uma rede tridimensional, que mantém retida no seu interior grande quantidade, da fase líquida contínua. Na maioria dos alimentos, a rede de gel é formada por fibras de polímeros unidos uns aos outros por pontes de hidrogénio, associações hidrofóbicas, forças de Van Der Waals, ligações iónicas ou covalentes; já a fase líquida é uma solução aquosa de solutos com baixo peso molecular e fragmentos de cadeias poliméricas (Belitz & Grolch, 1992 ; Pereda, *et al.*, 2005).

Os géis têm propriedades de sólido e de líquido, com comportamento viscoelástico e quando as moléculas formam a rede tridimensional, a solução líquida modifica-se e assume uma estrutura similar à esponja, enquanto a rede passa a ter resistência similar a um sólido elástico. Contudo, a mobilidade das moléculas da fase líquida contínua, faz com que o gel seja menos rígido que o sólido ordinário. Portanto, gel pode ser considerado um sólido viscoelástico (Pereda, *et al.*, 2005).

6.1. Agentes gelificantes e ingredientes funcionais

Os agentes gelificantes são macromoléculas (maioritariamente proteínas e polissacáridos) com capacidade de dispersão e dissolução em soluções aquosas. Estes designados também por hidrocolóides, são utilizados como agentes espessantes para modificar a

textura e a aparência das bebidas, molhos, sopas, molhos para saladas, maionese e gelados como substituto de gordura de alimentos de baixo teor calórico (Shin, *et al.*, 2014). Nos últimos anos, a aplicação de hidrocolóides e particularmente polissacáridos, que tradicionalmente eram mais utilizados a nível industrial e em investigação, tem chamado a atenção de profissionais de cozinha, e do público em geral, para este tipo de aditivos e as suas características e potencialidades, quando usados na prática culinária. Mas por isso mesmo, hoje em dia, diversos polissacáridos estão acessíveis comercialmente, mas a seleção do sistema a utilizar para uma determinada aplicação, requer um conhecimento abrangente das suas propriedades em solução (Sanderson, 1981), bem como a interação com outros ingredientes, o modo de atuação com a temperatura, a diferentes pH e diferentes forças iónicas.

Os polissacáridos podem ser extraídos de sementes (goma guar e goma alfarroba), de extratos de plantas (pectinas), das algas, agar e alginato obtidos por fermentação bacteriana (goma xantana e goma gelano) ou obtidos por modificação química das macromoléculas naturais (derivados da celulose e amidos modificados) (Belitz & Grolch, 1992).

De acordo com o papel exercido pelos polissacáridos na estruturação do alimento, a funcionalidade destes ingredientes poderá ser a de imobilizar parcialmente a fase líquida (alterando assim a textura) e estabilizar sistemas instáveis. Dependendo das condições do meio envolvente, como por exemplo a acidez, sais dissolvidos e temperaturas. As misturas com polissacáridos variam o seu comportamento, podendo ser mais ou menos adequados para a produção de uma determinada estrutura (Tan, *et al.*, 2014).

No presente trabalho estudaram-se vários ingredientes com propriedades gelificantes, tais como, o psyllium, a inulina, fibra interna e externa de termçoço, a farinha de arroz, a farinha de castanha e a proteína de ervilha, tentando-se verificar qual o papel de cada um destes ingredientes na mistura final, se irão ter funções típicas de agentes gelificantes, como espessar e/ou gelificar soluções aquosas, estabilizar espumas, modificar a textura, inibir a formação de cristais de gelo, controlar a libertação de sabores, modificar as propriedades de deformação de produtos semi-sólidos.

6.1.1. Psyllium

Psyllium é o nome comum usado para vários membros da planta do género *Plantago*. Este é preparado a partir da casca seca da semente de *Plantago psyllium* (sinónimo de *Plantago afra* L.) e de *Plantago indica* L. (Singh, 2007; Farahnaky, *et al.*, 2010), sendo que a restante parte da semente é utilizada para alimentação animal (Raymundo, *et al.*, 2014). Este é uma excelente fonte, tanto de fibra solúvel como de fibra insolúvel (Yu, *et al.*, 2003).

As sementes de psyllium são usadas para a produção de mucilagem, sendo que esta é obtida através de mecanismos de moagem. O material que resulta da mucilagem é uma

fibra translúcida hidrofílica e forma um gel claro por absorção de água (Singh, 2007) (Raymundo, *et al.*, 2014). Estudos químicos e físicos demonstram que a fração de psyllium da mucilagem contém 22,6% de arabinose, 74,6% de xilose e uma percentagem pouco significativa de açúcares (Singh, 2007).

Recentemente, o Psyllium tem sido reconhecido como um polissacárido natural utilizado para fins medicinais, no tratamento de constipações, diarreias, obesidade (crianças e adolescentes), na redução do colesterol e diabetes (Singh, 2007). Por causa dos seus efeitos farmacológicos, os alimentos enriquecidos com este tipo de goma, podem vir a ter uma aceitação maior por parte do consumidor (Farahnaky, *et al.*, 2010).

No entanto, o Psyllium tem algumas limitações tecnológicas, pois este origina produtos com elevada viscosidade, resultando em formas extremamente fortes de aprisionamento de água e de gelificação. Cada grama de Psyllium retém 10 g de água, assim a incorporação de Psyllium em alimentos, a níveis aceitáveis com benefícios para a saúde demonstra ser um grande desafio (Cheng, *et al.*, 2009 e Kristensen & Jensen, 2011) Esta limitação leva à redução dos níveis de Psyllium, nos alimentos, e conseqüentemente à redução do efeito como agente funcional no produto final (Cheng, *et al.*, 2009).

6.1.2. Inulina

Na natureza, a inulina é uma mistura de polissacáridos constituídos por 20 a 30 cadeias de frutose (ligadas por β -(2,1)-D-frutossil-frutose) de vários comprimentos, com uma molécula de glicose no final de cada cadeia (Baumgartner, *et al.*, 2000). A inulina é utilizada por algumas plantas, como um meio de armazenamento de energia (Chi, *et al.*, 2012).

A inulina foi encontrada na natureza, numa série de variedades de plantas (alho-porro, cebola, alho, aspargos, dalias e chicória) (Chi, *et al.*, 2012) e pode ser produzido em alguns fungos e bactérias. Como esta já faz parte da alimentação humana desde sempre, foi legalmente classificada como sendo um alimento ou um ingrediente, não como um aditivo, por todos os países da União Europeia (Franck, 2002).

Industrialmente, a inulina é produzida principalmente a partir da planta chicória (*Cichorium intybus*) por várias razões, mas especialmente por ser a planta que tem mais concentração de inulina (Franck, 2002) e tem sido aplicada como um açúcar ou ainda como substituinte de gordura (agente de gelificação). Foi aplicado com sucesso em bebidas lácteas, queijos e produtos cárneos (Mendoza, *et al.*, 2001; Hennelly, *et al.*, 2006; Mittal & Bajwa, 2012). Tal substituição levou a uma diminuição significativa no valor calórico do produto final (Mittal & Bajwa, 2012 e Glibowski, *et al.*, 2014). Esta diminuição calórica deve-se principalmente às ligações glicosídicas (2-1), sendo assim classificada como uma fibra dietética solúvel, não digerível pelo homem. (Glibowski & Pikus, 2011).

O parâmetro mais importante que descreve as propriedades da inulina é o grau médio de polimerização. A inulina nativa e a oligofrutose são ligeiramente doces (até 30% sacarose), em contrapartida a inulina altamente polimerizada não é doce (Franck, 2002). Para além do grau médio de polimerização e da concentração, a formação de gel ainda depende do pH, da temperatura e do tempo de aquecimento, da presença de sementes de cristal e da forma cristalográfica da inulina em pó (Glibowski & Wasko, 2008; Glibowski & Pikus, 2011).

Estudos recentes mostram que a forma cristalográfica da inulina em pó é uma propriedade funcional muito importante (Glibowski & Pikus, 2011). Hoje em dia, a inulina pode ser comprada em duas formas, forma amorfa ou semi-cristalina. A forma semi-cristalina é facilmente dispersa. No entanto, a forma amorfa quando adicionada rapidamente à água não é facilmente dissolvida, causando aglomerados. Este fenómeno explica-se pela rápida ligação que a forma semi-cristalina faz com a água, originando uma estrutura de cristais mais energética que a forma amorfa (Ronkart, *et al.*, 2009; Glibowski & Pikus, 2011). Como consequência, a dispersão de pó de inulina amorfa, à temperatura ambiente, água pode causar a formação de um gel fraco. Para formar géis fortes, com a forma semi-cristalina, esta terá que ser aquecida a 72°C (Glibowski & Pikus, 2011).

A inulina em pó forma um gel fraco quando disperso à temperatura ambiente, provavelmente porque os cristais já se encontram em pó e a estrutura do gel formado tem por base menos pontos de ligação, entre os cristais da estrutura primária (Glibowski, *et al.*, 2014).

No que diz respeito à temperatura, quando uma solução com 20% de inulina é aquecida entre os 70-80°C, as partículas de inulina não são totalmente dissolvidas na solução. Estas partículas, designadas por de sementes de cristal, são necessárias para a formação de gel após arrefecimento. No entanto, a duração excessiva do processo de aquecimento a $\geq 80^\circ\text{C}$ pode levar a que a formação do gel não ocorra (Kim, *et al.*, 2001; Glibowski & Wasko, 2008). Apesar destes fatores inibitórios de formação de gel, a inulina quando adicionada a baixas concentrações (5%) tem capacidade de formação de gel (Glibowski & Pikus, 2011; Arcia, *et al.*, 2011).

6.1.3. Farinha de arroz e de castanha

A doença celíaca, também denominada como enteropatia sensível ao glúten é desencadeada pela resposta do sistema imunitário do corpo para as proteínas em certos grãos (Hartmann, *et al.*, 2006; Woodward, 2007). Quando as pessoas com doença celíaca consomem glúten, o sistema imunológico cria anticorpos contra esta proteína, causando danos no intestino delgado. Por estes não poderem absorver nutrientes, devem evitar todos os alimentos que contêm glúten. A doença celíaca quando não é tratada pode conduzir ao desenvolvimento de outras doenças auto-imunes, bem como osteoporose, infertilidade e doenças neurológicas, e, em casos raros, cancro (Green, *et al.*, 2003).

A farinha de castanha contém proteínas de alta qualidade, aminoácidos essenciais (4-7%) e ainda uma elevada quantidade de açúcar (20-32%), amido (50-60%), fibra dietética (4-10%) e baixo teor de gordura (2-4%). Contém também vitamina E, vitamina B, potássio, fósforo, e magnésio (Sacchetti, *et al.*, 2004), não contendo glúten.

Uma vez que a maior parte dos produtos com glúten não contém uma quantidade suficiente de vitamina B, ferro, ácido fólico e fibra dietética, pode ser vantajosa a utilização de farinha de castanha, devido ao seu valor nutricional. No entanto, o glúten é essencial à estrutura tridimensional, que dá viscoelasticidade característica, à massa a desenvolver (Demirkesen, *et al.*, 2010).

Apesar da farinha de castanha ter uma boa qualidade nutricional, no entanto tem um menor poder de gelificação e cor escura indesejável. Estes defeitos podem ser causados por a gelatinização do amido ser inadequada ou ter elevada quantidade de fibra. A mistura de farinha de castanha com outros tipos de farinhas, tais como farinha de arroz parece ser uma abordagem lógica (Scarini, *et al.*, 2010).

A farinha de arroz é geralmente aplicada nos produtos alimentares sem glúten por causa da sua propriedade de hipoalergénico (ausência de gliadina) e baixo teor de proteína, sódio e gordura (Scarini, *et al.*, 2010; Gujral & Rosell, 2004). Também é rica em hidratos de carbono e é de fácil digestão (Demirkesen, *et al.*, 2010).

A farinha de arroz tem muitos atributos exclusivos, como sabor suave, cor branca, e facilidade de digestão. Para além disso, não só tem níveis baixos de sódio e gordura, como também de proteína. No entanto, apesar das inúmeras vantagens da farinha de arroz, a ausência de proteína de glúten torna muito difícil a formação de massa e a produção de pão (Kim & Shin, 2014).

6.1.4. Fibras interna e externa de tremçoço

O tremçoço é uma leguminosa com alto teor de proteína e é, portanto, uma matéria-prima interessante para produtos de origem vegetal. As sementes de tremçoço são conhecidas por terem efeitos benéficos para a saúde (Fontanari, *et al.*, 2012). A espécie *Lupinus angustifolius* tem um teor de farinha de proteína de cerca de 400 g kg⁻¹ e é ainda composta por hidratos de carbono (480 g kg⁻¹ de farinha), óleo (70-100 g kg⁻¹ de farinha), minerais e água. As suas proteínas têm uma excelente composição de aminoácidos (El-Adawy, *et al.*, 2001; Lqari, *et al.*, 2002).

6.1.5. Proteína de ervilha

A semente de ervilha possui 20 a 30% de proteína. As duas maiores proteínas desta semente são a legumina e a vicilina, que representam 65 a 80% da proteína extractável. A

proteína de ervilha pode ser utilizada como ingrediente funcional em sistemas alimentares, exibindo composição em aminoácidos, visto que a legumina e a vicilina são semelhantes às proteínas 11S e 7S da soja, respetivamente, exibindo composição em aminoácidos, peso molecular e subunidades estruturais semelhantes (Castro, 2003).

As propriedades deste tipo de proteína têm sido testadas em vários sistemas alimentares, como produtos de panificação, na estabilização de emulsões e no desenvolvimento de “gelados de origem vegetal” (Castro, 2003).

6.2. Processos e mecanismos de gelificação

Pode-se formar a rede tridimensional através de polissacáridos. A formação de gel a partir de um polissacárido é realizada em várias fases como se pode verificar na Figura 3.

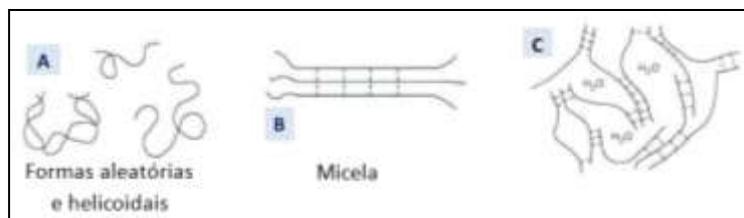


Figura 3. Esquema do processo de formação de géis.

Fonte: (Pereda, *et al.*, 2005).

As moléculas de água que envolvem o polissacárido podem estabelecer pontes de hidrogénio com grupos hidroxilo procedentes de monossacáridos, fazendo com que a molécula adote uma configuração helicoidal (A) ou então de duplas hélices, quando as pontes de hidrogénio se estabelecem com carácter intermolecular. As partes da molécula que permanecem estiradas ou que se desdobram por efeito do calor unem-se umas às outras de forma paralela, dando lugar a estruturas cristalinas nas quais a água (B) é excluída, estas estruturas são designadas por micelas. Existe ainda outra situação, em que a zona cristalina não cresce, mas o mesmo polissacárido pode estabelecer ligações com mais de um polissacárido, aumentando assim o número de zonas micélicas. Essas reações dão lugar à estrutura de malha ou rede tridimensional, que mantém retidas no seu interior as moléculas de água, soltas das zonas cristalinas, resultando na formação do gel (C) (Pereda, *et al.*, 2005).

A firmeza do gel dependerá exclusivamente das forças com as quais se unem as zonas cristalinas. Assim, quando essas forças são numerosas, grandes e fortemente unidas, obtém-se géis firmes e estáveis, mas quando são escassas e pequenas ou quando as forças que unem as moléculas são insuficientes, obtém-se géis fracos e pouco estáveis. Assim a firmeza de um gel pode ser modificada tecnologicamente de modo a atender às

necessidades de cada um. Em termos, gerais um gel firme e estável contém 1% de polímero e 99% de água (Pereda, *et al.*, 2005).

Também se podem obter géis através de proteínas previamente desnaturadas. A gelificação proteica desempenha um papel fundamental em determinados alimentos, como produtos lácteos, produtos de carne cozidos, gelatinas, massa de pão, etc., influenciando ainda outras propriedades fundamentais, como a absorção de água, a formação e a estabilização de espumas e emulsões (Pereda, *et al.*, 2005). Para que se forme o gel proteico, é necessário que haja desnaturação e agregação posterior de forma ordenada, onde predominem as interações proteína-proteína (Belitz & Grolch, 1992).

Na formação das redes proteicas que constituem o gel, deve haver equilíbrio entre as forças atrativas e repulsivas das cadeias polipeptídicas (interações hidrofóbicas e electrostáticas, pontes de hidrogénio e dissulfeto) (Belitz & Grolch, 1992; Pereda, *et al.*, 2005).

Nos géis em que a desnaturação é obtida por um tratamento térmico, observa-se que, quanto maior é a firmeza do gel, menor será a capacidade de retenção de água. O aumento da temperatura favorece as interações proteína-proteína (ao serem separadas as moléculas proteicas, a exposição dos grupos hidrófobos aumenta) e portanto, diminuem as interações proteína-água. Para além disso, favorece-se a formação de pontes dissulfeto, reforçando a rede intermolecular; a gelificação tende a ser reversível (Belitz & Grolch, 1992; Pereda, *et al.*, 2005).

A grande capacidade de retenção de água que apresentam os géis verdadeiros, está diretamente relacionada com o tempo em que decorre a etapa de agregação no que se refere à desnaturação. Quando se formam rapidamente, os géis são desordenados, pouco elásticos, opacos e com capacidade de retenção de água reduzida, pois a cadeia polipeptídica não pode ser agrupada de forma ordenada. Quando ao contrário, a agregação é feita lentamente, os polipéptidos parcialmente separados orientam-se mais facilmente antes da agregação final, e o resultado é um gel ordenado, elástico, transparente e estável à sinérese e a exsudação. Na desnaturação prévia, as ligações peptídicas que ficam a descoberto transformam-se em pontos carregados positiva e negativamente (CO^- e NH^+) e poderão reagir com as moléculas de água, que por sua vez, mediante novas pontes de hidrogénio, gerarão a estrutura necessária para que haja água imobilizada. Para além disto, a capacidade de retenção de água é potencializada por fenómenos de capilaridade, devido aos poros que se formam na gelificação (Pereda, *et al.*, 2005).

Os géis obtidos por aquecimento podem ser classificados em dois grupos, segundo a composição em aminoácidos das proteínas: a) géis formados por proteínas com elevada proporção de aminoácidos hidrofóbicos. Quando se encontram em baixa concentração podem precipitar-se e formar agregados. Quando a concentração de proteína é elevada dão lugar a formação de um gel opaco por se formar rapidamente; as moléculas não se orientam

adequadamente; b) géis formados por proteínas com baixa proporção de aminoácidos hidrofóbicos (tipo gelatina). Quando estão em pequena quantidade, permanecem solúveis durante o aquecimento, enquanto, em concentrações elevadas, dão lugar a géis claros, reversíveis e elásticos por se formarem mais lentamente (Pereda, *et al.*, 2005).

Assim, a escolha de um ou outro polissacárido ou proteína para determinada aplicação depende de vários fatores, no caso destas macromoléculas tem de se ter em conta basicamente a viscosidade ou força do gel desejado, as suas características reológicas, o pH do sistema, a temperatura durante o processamento, as interações com outros ingredientes (Tan, *et al.*, 2014), a textura e o custo das quantidades necessárias para obter os resultados desejados.

6.3. *Caraterização física de géis alimentares*

A apreciação alimentar é determinada em grande parte pela percepção sensorial do produto alimentar. Como os consumidores são confrontados com uma gama cada vez maior de produtos e têm maior poder de compra, o papel da apreciação sensorial torna-se mais importante na determinação, do comportamento de compra do consumidor. O corolário disso é que, se as empresas alimentares forem bem sucedidas no mercado, estas precisam de pelo menos ser capazes de monitorizar as propriedades sensoriais dos seus produtos, durante o processo de produção e desenvolvimento dos mesmos. As empresas com uma vantagem competitiva serão aquelas que são capazes de manipular e controlar ativamente as propriedades sensoriais. Tal facto só pode ocorrer se a relação entre a estrutura dos alimentos e as propriedades sensoriais forem bem sucedidas. Essas propriedades incluem a aparência, sabor, aroma e textura. A percepção da textura é um fator importante na apreciação sensorial do consumidor e esta determina a identidade do produto alimentar (Wilkinson, *et al.*, 2000).

A textura é um factor dominante para determinadas categorias de alimentos, especialmente aqueles com um sabor suave, como arroz e massas, ou que tenham características de crocância, como por exemplo frutas frescas e legumes. Esta também é frequentemente utilizada como descritora de defeitos alimentares, como alimentos fibrosos, pastosos ou viscosos (Wilkinson, *et al.*, 2000).

6.3.1. Avaliação da textura de géis

A avaliação da textura dos alimentos é um processo complexo e dinâmico. A Organização Internacional de Normalização definiu textura como "todos os atributos, mecânicos, geométricos e de superfície de um produto perceptível por meio de avaliação mecânica, tátil e quando apropriado, visualmente e por receptores auditivos " (ISO, 1992). Para compreender os mecanismos moleculares responsáveis por cada componente da textura é

necessário estabelecer relações estrutura-função que podem ajudar, a investigar o design de texturas de específicos alimentos. A análise sensorial descritiva e medições instrumentais são técnicas quantitativas úteis para avaliar as propriedades de textura dos alimentos (Barrangou, *et al.*, 2006).

Existem diferentes tipos de testes que podem ser utilizados para avaliar a textura dos alimentos. Estes testes podem ser divididos em três tipos de ensaios físicos – fundamentais, empíricos e imitativos (Bourne, 2002).

De acordo com o alimento a estudar, os ensaios aplicados para avaliação da textura, podem variar, bem como o método usado e os parâmetros avaliados. São apresentados, a título de exemplo, alguns ensaios de textura e as suas características, na Tabela 3.

Tabela 3. Ensaio de textura e suas características.

Tipos de ensaio de textura	Campos de aplicação	Sondas utilizadas	Parâmetros determinados	Propriedades
Penetração	Frutos, vegetais, géis, produtos lácteos	Cilíndricas (vários diâmetros); Cónicas; Esféricas	Dureza, Fraturabilidade, Elasticidade, Firmeza; Consistência	Viscoelasticidade, Viscosidade, Plasticidade
Compressão	Pão, bolos, frutos	Pratos	Frescura, grau de maturação	Viscoelasticidade
Corte	Carnes, vegetais	Warner-Bratzler; Butter cutter	Resistência ao corte, Dureza, Firmeza	Plasticidade, Elasticidade, Consistência
Compressão-tensão	Cereais, frutos	Célula de Kramer	Dureza, Firmeza, Elasticidade	Plasticidade
Compressão-extrusão	Frutos, massas, vegetais	Célula de Ottawa	Dureza, Plasticidade, Compressão	Plasticidade, Elasticidade
Tração tênsil	Pão, massas	Tensil	Elasticidade	-
Flexão	Pão, Bolachas, frutos	Torsão	Fraturabilidade, Flexibilidade	Plasticidade, Elasticidade

Adaptado de Bourne (2002)

Testes instrumentais imitativos e empíricos têm sido comumente utilizados para a avaliação de propriedades de textura mecânicas. Os testes imitativos, como o popular teste bicíclico de avaliação de Textura (Two Bite) tenta simular os movimentos mecânicos de morder ou mastigar e são populares, porque geram vários parâmetros de textura que se correlacionam bem com as propriedades de textura avaliadas sensorialmente pela análise de perfil de textura (TPA). A determinação instrumental da 'dureza' tem demonstrado constantemente ter uma correlação muito boa com a percepção sensorial. Outros termos, como a coesão e

'elasticidade', no entanto, podem ter baixos graus de correlação. Embora tais testes possam, em certa medida, oferecer uma alternativa instrumental para análise sensorial, são de natureza empírica e não oferecem informações fundamentais sobre as relações estrutura-função com relação à textura (Barrangou, *et al.*, 2006^a).

Para o presente trabalho utilizou-se o teste das duas dentadas (Two Bite), para a determinação dos parâmetros de textura, recurendo à de Análise de Perfil de Textura (TPA). Este método instrumental tem dois ciclos de penetração ou compressão pela a sonda do texturómetro, com um tempo de espera, actuando duas vezes no material em estudo (Bourne, 2002). Na Figura 4, está representado um texturograma típico de um gel, semelhante aos obtidos no presente trabalho.

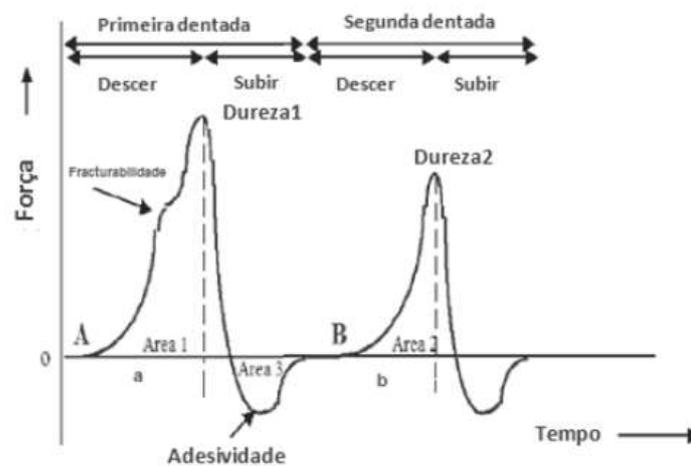


Figura 4. Texturograma típico de um gel

Fonte: (Bourne, 2002).

Na Tabela 4 estão representadas as propriedades que podem ser quantificadas a partir deste método de determinação da textura e que estão diretamente relacionadas com a percepção sensorial.

Tabela 4. Atributos mecânicos obtidos a partir do texturograma do TPA e sua relação com as características físicas e os atributos sensoriais – Textura e Análise Sensorial.

	Propriedades	Físicas	Sensorias
Primárias	Dureza	Força máxima registada no primeiro ciclo de penetração ou compressão. Unidades: N ou Kgf	Força requerida para comprimir uma substância entre os dentes molares (sólidos) ou entre a língua e o palato (semisólidos)
	Coesividade	Razão entre o trabalho realizado no segundo ciclo e o trabalho realizado no primeiro ciclo (A2/A1) - adimensional.	Grau de compressão da substância, entre os dentes antes de quebrar.
	Adesividade	Trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre o material e a superfície da sonda (A3). Unidades: Nxm ou N.s.	Força necessária para remover o material aderente à boca (palato) durante o processo normal de mastigação.
	Elasticidade	Porcentagem de recuperação do material. É a razão entre duas deformações, dado por: b/a.	Capacidade do produto voltar à forma inicial sem apresentar deformação.
	Fraturabilidade	Ocorre quando são registados dois picos durante o primeiro ciclo, é dado pela força registada no primeiro pico. Unidades: N ou kgf	Força para a qual o material desagrega, racha ou fractura.
Secundárias	Gomosidade (**)	Energia requerida para mastigar um alimento semisólido. Obtém-se: dureza x coesividade x 100. Unidades: N	Densidade (espessura) que persiste através do processo de mastigação.
	Mastigabilidade (**)	Energia requerida para mastigar o alimento. Obtém-se: gomosidade x elasticidade. Unidades: N	Tempo necessário para mastigar uma amostra com uma intensidade de força aplicada constante, de forma a que ele tenha a consistência adequada para engolir.

(**) Propriedades secundárias, que são definidas a partir de propriedades primárias e por isso são mais difíceis de utilizar como elemento característico da textura dos alimentos. Adaptado de Bourne (2002).

6.3.2. Caracterização reológica de géis

Os testes reológicos de grande deformação tipicamente medem as forças e deformações associadas à "primeira dentada" durante o consumo, o que representa apenas 2-10 % do tempo total de mastigação. No entanto, a medição precisa das propriedades físicas dos produtos alimentares e a determinação da sua relação com a percepção dinâmica da estrutura, pode conduzir a uma melhor compreensão das relações, entre esta e a função do alimento. Embora a percepção sensorial da textura ocorra maioritariamente na boca, é possível medir as propriedades de textura no exterior da mesma, geralmente, com a mão e os dedos. Foi encontrada uma correlação alta ($r = 0,87$) entre a dureza obtida por

morder/mastigar pães crocantes e apertando as mesmas amostras com os dedos (Barrangou, *et al.*, 2006^b).

A maioria dos produtos alimentares contém uma variedade de interações moleculares que contribuem para a estrutura geral da rede. Géis alimentares de biopolímeros tem um nível relativamente baixo de complexidade em comparação com a maioria dos alimentos sólidos, e são, portanto, úteis para as investigações mecanicistas (Barrangou, *et al.*, 2006^b).

Quando um material viscoelástico apresenta um comportamento linear, significa que nestas condições, a razão entre a tensão e deformação, em qualquer instante ou frequência, é independente da magnitude da tensão ou deformação aplicada, sendo apenas função do tempo (Figura 5) (Barrangou, *et al.*, 2006^a).

Para caracterizar a viscoelasticidade linear existem vários ensaios – testes de fluência e recuperação, relaxação de tensões e ensaios oscilatórios dinâmicos- que determinam as relações entre tensão, deformação e tempo.

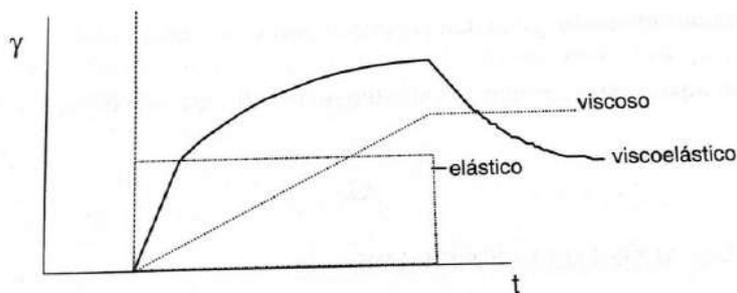


Figura 5. Evolução da deformação ao longo do tempo, em função de uma tensão aplicada.

Fonte: (Sousa, 2001).

Testes de tensão-deformação são úteis no estudo do comportamento de géis alimentares e, geralmente podem ser classificados em dois tipos - testes de baixas e altas tensões de deformação (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005).

Os ensaios oscilatórios são frequentemente utilizados para investigar a gelificação ou o comportamento viscoelástico de um sistema, tal como é bem reconhecido que se pode diferenciar um sólido de um líquido com base na dependência do módulo armazenamento (G') e módulo de perda (G''), do sistema. Porque géis são materiais viscoelásticos, testes reológicos dinâmicos avaliam as propriedades de sistemas de gelificação, sendo adequados para estudar as características de um gel, bem como a gelificação e fusão (Farahnaky, *et al.*, 2010).

A partir dos testes reológicos dinâmicos na gama viscoelástica linear podem se obter, o módulo de armazenamento, G' , o módulo de perda, G'' e $\tan\delta = (G''/G')$, o fator de perda. G' é uma medida da energia de deformação armazenada na amostra usada na recuperação da deformação. G'' é uma medida da energia de deformação, que foi usada na deformação

permanente. Se G' é muito maior do que o G'' , o material vai se comportar como um sólido; isto é, as deformações serão, essencialmente, elástica ou recuperável. No entanto, se G'' for muito maior do que G' , a energia utilizada para deformar o material é dissipada, viscosamente e o comportamento do material é semelhante a de um líquido (Figura 6) (Farahnaky *et al*, 2010).

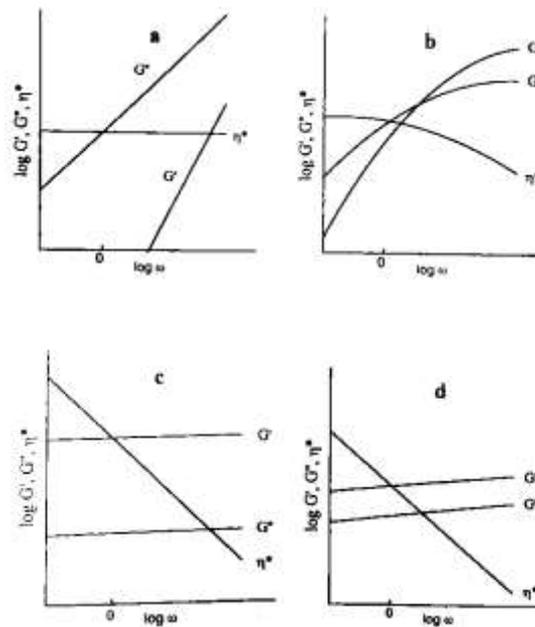


Figura 6. Espectros mecânicos típicos de quatro tipos de sistemas. a) Solução diluída. b) Solução de polímero emaranhado. c) Gel forte. d) Gel fraco.

Fonte: (Castro, 2003).

As propriedades reológicas dinâmicas, podem ser utilizadas juntamente com as propriedades reológicas de tensão constante, para fornecer informações sobre a estrutura da amostra. Assim, os sistemas de gel podem ser divididos em duas classes: géis fortes e géis fracos, dependendo do comportamento macroscópico.

Existem, três tipos de testes dinâmicos, que são os mais comuns e realizam-se para se obter as propriedades dos géis, a gelificação e a fusão: a) varrimento de frequências (*frequency sweep*); b) varrimento de temperaturas (*temperature sweep*); c) varrimento de tempo (*time sweep*) (Lopes da Silva & Rao, 1999).

a) Os *ensaios de varrimento em frequência* são considerados os ensaios oscilatórios mais comuns. Estes estão relacionados com o estudo da variação do comportamento viscoelástico de um material. Em função da frequência de oscilação aplicada, a determinada deformação e temperatura constante são obtidos os valores de G' e G'' . Antes de se realizar um teste de varrimento de frequência é necessário determinar os valores de deformação ou de tensão que o material suporta sem ser destruído, i.e., a curva linear do comportamento viscoelástico. Com base nos valores obtidos de G' e G'' , atribuiu-se a designação de géis

estruturados, a sistemas para os quais G' é superior (pelo menos 10 vezes) a G'' e praticamente constantes, em toda a gama de frequências estudada. São considerados géis fracos, sistemas para os quais G' e G'' apresentam uma pequena diferença entre si e uma grande dependência face à frequência.

b) Os *ensaios de varrimento em temperatura* são úteis para o estudo de alterações estruturais ocorridas por consequência da variação de temperatura, durante a formação do gel. Os valores dos módulos viscoelásticos, G' e G'' , são determinados em função da temperatura, a uma frequência de oscilação constante.

c) Os *ensaios de varrimento em tempo* são geralmente designados por testes de maturação. Este tipo de testes são apropriados para o estudo de alterações estruturais do gel em função do tempo. Os valores de G' e G'' determinam-se em função do tempo, para valores de frequência de oscilação e temperaturas constantes.

Um dos parâmetros que caracteriza o comportamento do escoamento de alimentos líquidos e semilíquidos, é a viscosidade, que é um parâmetro intrínseco e uma medida de resistência ao escoamento do fluido, quando uma tensão de deformação é aplicada. O comportamento de escoamento destes alimentos sob tensões aplicadas, classifica o material como sendo Newtoniano ou não-Newtoniano. Fatores como o aquecimento, arrefecimento, homogeneização e cristalização influenciam o comportamento de fluxo de um material durante o seu processamento (Bhattacharya, 1997).

A maioria dos alimentos não apresenta um escoamento com um comportamento Newtoniano, tal como se referiu, são essencialmente viscoelásticos. Para os líquidos não-Newtonianos, a viscosidade é uma função da velocidade de deformação. De acordo com a lei de potência é possível descrever, de um modo genérico, o comportamento dos fluidos não-Newtonianos – reofluidificantes ($n < 1$) e reoespessantes ($n > 1$). O comportamento reoespessante, que é definido pelo aumento de viscosidade com a taxa de deformação, não é muito comum em alimentos (Sousa, 2001).

7. Actividade microbiológica em recheios

A Microbiologia refere-se ao estudo de microrganismos. Os microrganismos podem também ser benéficos ou prejudiciais. Estes são a causa da maioria das reações de deterioração dos alimentos (Johnson, *et al.*, 2014).

Os microrganismos, tais como fungos, leveduras e bactérias podem crescer em alimentos e causar a deterioração do mesmo. As bactérias também podem causar doenças transmitidas por alimentos (USDA, 2012).

No presente trabalho fez-se a análise de bolores e leveduras e ainda de mesófilos totais aos recheios, para avaliar o seu nível de contaminação.

A atividade da água, a_w , medida de água disponível no alimento ou de água livre informações sobre a suscetibilidade do alimento à deterioração e assim considera-se que a redução de a_w ou um valor baixo de a_w está relacionado com o tempo de prateleira do alimento. A maioria das bactérias, leveduras, bolores e crescem acima de valores de a_w de 0,95, e a maioria dos alimentos tem uma atividade de água acima de 0,95. Assim, um método de conservação de alimentos é reduzir a quantidade de água disponível (USDA, 2012). Na Tabela 5, estão representados os valores mínimos de a_w , de crescimento de alguns microrganismos.

Tabela 5. Valores de a_w mínimos requeridos, para o crescimento de microrganismos.

Microrganismos	a_w
Maioria dos bolores	0,75
Maioria das leveduras	0,88
<i>C. botulinum</i>	0,93
<i>Salmonella</i>	0,94
<i>L. monocytogenes</i>	0,92
<i>S. aureus</i>	0,85

Adaptado de USDA (2012).

8. Análise sensorial de bombons e géis alimentares

A composição lipídica da fase contínua do chocolate influencia, a nível sensorial, a sensação na boca e as propriedades de fusão do mesmo. Os triacilgliceróis do chocolate são compostos maioritariamente por ácidos gordos saturados, esteárico (34%) e palmítico (27%) e não saturados, ácido oleico (34%). O chocolate é sólido à temperatura ambiente (20-25°C) e derrete-se à temperatura da boca (37°C) durante o consumo, dando uma sensação suave de uma mistura homogénea de partículas sólidas da manteiga de cacau e da nata (Beckett, 2000). Este facto limita as variações e alternativas de composição lipídica do chocolate. Por outro lado, os epitélios na língua são também sensíveis a gradações de suavidade o que seleciona as formas cristalinas de lípidos desejáveis (Afoakwa, *et al.*, 2007).

As diferenças nas propriedades sensoriais do chocolate podem ser atribuídas à utilização de diferentes tipos de cacau, variações nas proporções de ingredientes, as técnicas de mistura e métodos de processamento, dependendo do tipo de chocolate e da utilização a que se destina (Afoakwa, *et al.*, 2007).

Como os chocolates se derretem na boca, a fase gorda contínua inverte para a fase aquosa contínua, por via oral misturando-se com a saliva dissolvendo as partículas de açúcar. A dissolução na boca influencia a perceção da natureza granular das partículas e as taxas de solvatação correspondentes à mastigação, compressão da língua e deglutição. A

distribuição do tamanho de partículas e a composição do ingrediente, influencia a percepção do gosto primário e os voláteis libertam-se em odores retronasais em diferente magnitude e perfil temporal (Afoakwa, *et al.*, 2007).

No que refere ao recheio de bombons, as propriedades mecânicas de um gel são muito importantes para a percepção da textura do mesmo na boca, no entanto, deve-se salientar que as propriedades de quebra, que ocorrem quando o gel é quebrado com a saliva, durante a mastigação, é que são importantes. De certa maneira, a fragilidade de um gel, o componente elástica do módulo total de deformação e a viscosidade são os fatores que determinam a libertação do aroma do gel (Williams & Philips, 2004).

Assim, em termos gerais, refere-se que, o aumento da resistência do gel resulta na diminuição do flavour/aroma libertado quando se está a comparar géis com teores de açúcar idênticos. Por outro lado, a atividade de água geralmente tem o efeito contrário, alta atividade de água leva a uma elevada liberação do aroma. Em casos raros, existem interações específicas aroma-hidrocolóide (por exemplo, o amido pode formar complexos de inclusão com alguns componentes hidrofóbicos do aroma (Williams & Philips, 2004).

Capítulo 3 - Desenvolvimento Experimental

O presente estudo experimental trata do desenvolvimento de recheios hipocalóricos para bombons de chocolate. Avaliaram-se as características físico-químicas e sensoriais, ao longo do desenvolvimento do produto.

Os gelificados de frutas produzidos tiveram por base três tipos de frutas, Pera Rocha, Mirtilos e Maçã Verde, sendo comparados com dois recheios comerciais de framboesa e maracujá, produzidos pela empresa AJM Pastelarias, Lda.

1. Materiais e Métodos

1.1. Recheios Comerciais

Os recheios comerciais com puré de framboesa e de maracujá são compostos por: nata (35%), chocolate Inaya com 65% de cacau, manteiga extra seca (84%), açúcar invertido, glucose líquida 42 DE e sorbitol em pó. Estes foram rececionados e mantidos à temperatura ambiente até posterior caracterização.

1.2. Recheios hipocalóricos

Na produção de todos os recheios utilizou-se pera rocha, mirtilos e maçã verde. Os mirtilos e a maçã verde foram fornecidos pela empresa AJM Pastelarias, Lda., na forma de puré de fruta congelada, à exceção da pera rocha que foi oferecida pela empresa Frulact, sendo rececionada congelada, já cortada e tratada com ácido cítrico monohidratado (E330) e ácido ascórbico (E300). Os três tipos de fruta foram mantidos à temperatura de congelação ($\pm 19^{\circ}\text{C}$) até ao momento da produção dos recheios.

Para a produção dos recheios introduziram-se quatro tipos de ingredientes com funcionalidades diferentes: sistema gelificante, ingredientes funcionais, edulcorantes e especiarias.

O sistema de gelificação foi obtido através da utilização de farinhas ricas em amido, de castanha e de arroz tendo sido adquiridas num estabelecimento comercial. Como ingredientes funcionais utilizou-se psyllium (Sogar, USA), proteína de tremçoço, fibra externa e interna de ervilha e inulina, estes ingredientes já se encontravam no Instituto Superior de Agronomia, à exceção da inulina que foi oferecida pela empresa Induxtra. Os edulcorantes comerciais, cedidos pela empresa AJM Pastelarias, Lda. foram açúcar invertido, sorbitol em pó e glucose líquida 42 DE. As especiarias testadas foram: canela, gengibre, noz-moscada e cravinho, tendo sido adquiridas num estabelecimento comercial. De acordo com as diferentes fases do trabalho, as proporções de alguns ingredientes variaram.

1.3. Processamento dos recheios

Houve produção de dois tipos de recheios hipocalóricos à base de fruta, um com introdução de chocolate e outro sem chocolate. Estes recheios foram produzidos utilizando os materiais referidos no presente capítulo. O método de produção dos recheios observa-se na Figura 7.

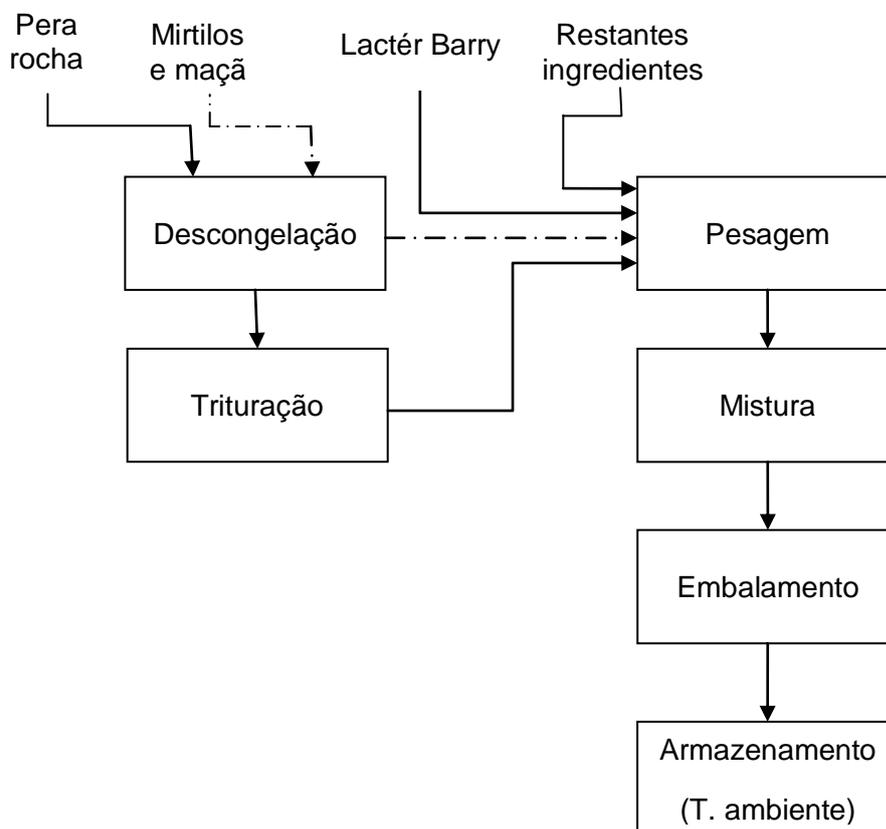


Figura 7. Diagrama de produção dos recheios com chocolate (Lactér Barry).

Diagrama semelhante para a produção de recheios sem chocolate

Legenda:

----- Processo de tratamento da maçã e mirtilos antes da produção do recheio

———— Processo de tratamento da pera rocha antes da produção do recheio

Os três tipos de frutas (pera rocha triturada, com varinha mágica durante 1 minuto) utilizadas para cada um dos recheios foram descongeladas previamente e pesadas assim como o chocolate (Lactér Barry) e os ingredientes restantes. O psyllium foi moído, num moinho de facas, e a fração com um tamanho de partícula < 180 µm de diâmetro, foi utilizado para todas as formulações. A etapa de mistura e processamento de cada um dos recheios foi efetuada a 90°C num agitador com hélice em cruz, durante 30 minutos a uma velocidade de rotação de 400 r.p.m. A mistura ficou a estabilizar num período de 12 horas à temperatura ambiente, antes de se efetuar qualquer análise.

1.4. Métodos analíticos

Como se pretende que os recheios desenvolvidos tenham as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais idênticas aos recheios produzidos pelo promotor do projeto, com puré de framboesa e maracujá, é fundamental que os consumidores identifiquem o produto final como sendo de grande qualidade. Assim sendo efetuou-se a determinação de pH e atividade da água (a_w) e a caracterização física foi efetuada através da avaliação reológica e da textura.

1.4.1. Determinação da atividade da água (a_w)

A avaliação das características de conservação dos produtos foi efetuada através da determinação dos valores de atividade da água (Figura 8), onde foram efetuadas medições em quadruplicado de cada recheio num aparelho Hygrolab (Rotronic), utilizando o método aw Quick a $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.



Figura 8. Determinação da atividade da água dos recheios de bombons.

1.4.2. Determinação do pH

O valor de pH foi determinado por potenciometria. O aparelho, Denver Instrument Model 220, foi calibrado com duas soluções de pH igual a 7 e a 4, a 20°C . Os valores médios resultam da média de $n \geq 4$ determinações por amostra. O procedimento foi executado segundo a Norma Portuguesa, NP EN 1132 de 1996.

1.4.3. Avaliação da textura

A firmeza foi determinada a partir da análise do perfil de textura, através de um teste de duas dentadas (TPA – Texture Profile Analysis), utilizando um texturómetro TA-XT plus (Stable Microsystems, UK), com uma célula de carga de 5 Kg (Figura 9). Os ensaios de penetração foram realizados em frascos cilíndricos (2,5 cm de diâmetro e 4,5 cm de altura), cheios de recheio até cerca de 90%, isto é, em 4 cm de altura de recheio, utilizando-se uma sonda de acrílico (P10L) com 10 mm de diâmetro, a velocidade do teste foi de 2 mm/s e a distância de penetração de 5 mm. Os testes foram efetuados 24 horas após a preparação

das amostras, a fim de permitir a maturação completa dos recheios. Antes de realizar qualquer medição, os recheios foram deixados a equilibrar a 20°C, durante cerca 1 hora, numa sala com temperatura controlada. Cada formulação foi testada em quadruplicado.

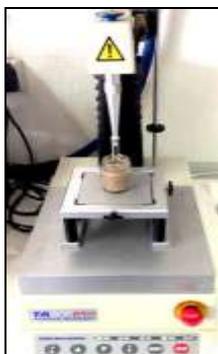


Figura 9. Texturómetro TA-XT plus (Stable Microsystems, UK)

A partir do diagrama, força experimental em função do tempo, a força máxima (correlacionado com firmeza) foi calculada. Firmeza (N) foi considerada como a máxima resistência à penetração da sonda e foi calculado como a altura do pico da força durante o primeiro ciclo de compressão (Bourne, 2002).

1.4.4. Caraterização reológica

A avaliação da estrutura interna das matrizes dos recheios foi efetuada através do estudo do comportamento viscoelástico linear. Recorreu-se a um reómetro de tensão controlada MARS III (Haake, Alemanha) acoplado com um sistema Peltier (Figura 10), para controlo de temperatura, utilizando o sistema sensor de pratos paralelos PP20 (35 mm de diâmetro e 0,500 milímetros de abertura), serrados para evitar efeitos de deslizamento, tal como recomendado por vários autores (Franco, *et al.*, 1998). Os recheios foram colocados cuidadosamente entre as placas para assegurar o mínimo de danos estruturais e mantidos em repouso durante 10 minutos antes do teste para permitir o equilíbrio de temperatura (20 °C). A área exposta da amostra foram coberta com óleo de parafina, para evitar a evaporação de água durante as medições.



Figura 10. Reómetro de tensão controlada MARS III (Haake, Alemanha).

O comportamento viscoelástico foi investigado através de testes SAOS (Small Amplitude Oscillatory System). Em primeiro lugar, os testes de varrimento de tensão foram realizados, tanto em recheios com e sem farinha e com e sem especiaria (canela), com o intuito de se identificar a região de viscoelasticidade linear. A gama de tensão aplicada foi de 0,1 - 1000 Pa, com uma frequência de 1 Hz.

A temperatura, tempo e ensaios de varrimento de frequência foram estabelecidas dentro da região viscoelástica linear, considerando a tensão de 60 Pa para recheios com farinha e 200 Pa para recheios sem farinha (com chocolate). A seleção preliminar foi feita a partir das curvas de varrimento de tensão. As determinações foram repetidas pelo menos duas vezes. As amostras foram colocadas sobre o dispositivo de medição a 20°C.

1.4.5. Análise microbiológica

A avaliação da estabilidade microbiológica dos recheios foi efetuada através das Normas, ISO 4833:2003 e NP 3277-1:1987 para a determinação de mesófilos totais e bolores e leveduras, respetivamente.

1.4.6. Análise Sensorial

A prova de análise sensorial foi efetuada com o intuito, de se estudarem os atributos relacionados com uma análise descritiva das amostras e parâmetros de carácter hedónico, tais como a intenção de compra por parte do provador e a apreciação geral.

A prova decorreu numa sala de provas e recorreu-se a um painel de 30 provadores não treinados, constituído por docentes, técnicos e estudantes do Instituto Superior de Agronomia, com idades compreendidas entre os 20 e os 60 anos. A ficha de prova utilizada encontra-se em Anexo IV.

A prova sensorial foi efetuada a quatro amostras, todas elas à base de maçã verde, duas delas com incorporação de farinha de arroz, com e sem canela e outras duas com incorporação de chocolate, com e sem canela, no produto final. A prova foi efetuada tanto aos quatro recheios, como também aos bombons, como se pode observar na Figura 11, a baixo.



Figura 11. Prova Sensorial.

1.4.7. Tratamento estatístico dos resultados

Para avaliar a qualidade dos resultados laboratoriais, obtidos para cada um dos parâmetros foi usada estatística descritiva, através da determinação da média, desvio padrão, erro e intervalo de confiança da média a 95%, por amostra. Para monitorizar a evolução das propriedades das amostras, ao longo da experiência, foram efetuadas análises de variância a um fator (ANOVA) (teste de Tukey – comparações múltiplas).

2. - Resultados e Discussão

Produziram-se dois tipos de recheios hipocalóricos à base de três tipos de frutas, mirtilos, pera rocha e maçã verde. A grande diferença entre estes dois tipos de gelificados, foi a introdução de chocolate de leite num dos recheios e noutro não. A escolha do tipo de chocolate (Lactér Barry) passou por ser um dos que já tinha gordura suficiente, o que leva a que não se tenha de adicionar uma gordura adicional à mistura (Beckett, 2000).

No recheio sem introdução de chocolate o sistema de gelificação, foi obtido pela introdução de farinha de arroz ou farinha de castanha e no recheio com chocolate por fibras, como o psyllium e a inulina, também considerados ingredientes funcionais. Estes aspetos serão retratados, detalhadamente, mais à frente, no presente capítulo.

1. Estabelecimento da formulação à base de pera rocha

O desenvolvimento experimental teve início com a produção dos recheios à base de pera rocha com introdução de chocolate (Lactér Barry), na formulação. Todos os gelificados produzidos foram feitos tendo como suporte a formulação base, partindo de 50% (m/m) de pera rocha (Tabela 6).

Tabela 6. Formulação base do recheio de pera rocha para o bombom de chocolate.

Ingredientes	Pera Rocha (% (m/m))
Açúcar Invertido	6
Sorbitol pó	5,5
Pera Rocha	50
Lactér Barry	30
Psyllium (< 180 µm)	1,5
Inulina	7

Esta formulação resulta de estudos preliminares, em que se testaram diversas combinações de açúcar invertido, glucose líquida 42 DE, sorbitol, psyllium, proteína de ervilha e fibras alimentares (interior e exterior de tremoço). Em todos os estudos preliminares foram sempre efetuados testes de avaliação da textura (TPA), avaliação da atividade da água e prova sensorial, estratégia traçada por ser um produto perecível.

1.1. *Estudo preliminar do efeito da concentração de psyllium na estrutura do recheio*

O desenvolvimento da formulação do recheio de pera rocha teve por base os ingredientes que a Capri – AJM Pastelarias, Lda utiliza nas suas receitas de framboesa e maracujá,

tendo sido reajustadas. O objetivo principal foi ter um recheio com uma elevada percentagem de fruta, 50% (m/m). Inicialmente testou-se essa percentagem, com uma junção de dois tipos de açúcares, açúcar invertido a 6% (m/m) e glucose a 12% (m/m), que iriam manter a estabilidade do produto. O açúcar invertido tem maior poder adoçante que a glucose (Senhoras, *et al.*, 2007).

Por outro lado, incorporou-se ainda psyllium a 2% (m/m), devido a este ter um poder de absorção de água elevado tanto a baixas como a altas temperaturas (25 – 95°C) (Cheng, 2009), levando à formação de gel e redução do aw, tal facto justifica a escolha da temperatura a 90°C, para a etapa de mistura. O psyllium foi incorporado com uma dimensão < 180 µm de diâmetro, pois de acordo com Raymundo (2014), o poder de absorção de água é tanto maior quanto maior for o tamanho da partícula.

Como o ensaio com 2% (m/m) de psyllium, encontrava-se com um aw muito elevado (0,883), mas com uma estrutura muito coesa, partiu-se para outro ensaio, onde se baixou a percentagem de psyllium para 1% (m/m) (Raymundo, *et al.*, 2014), acrescentando esse ponto percentual na percentagem de açúcar invertido, com o intuito de se obter um gel menos consistente. Conseguiu-se neste ensaio obter uma boa gelificação, mas em contrapartida obteve-se um aumento do valor de aw para 0,905, possivelmente pela diminuição da percentagem de psyllium.

Comparando os ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium, ao nível da firmeza, verifica-se que estes não são significativamente diferentes ($p > 0,05$), no entanto, são significativamente menos firmes ($p < 0,05$) que os dois padrões (framboesa e maracujá), na ordem dos 5 a 6 N de diferença, como se observa na Figura 12 (A). O mesmo se observa na grandeza adesividade (Anexo II). As coesividades dos dois ensaios são significativamente superiores ($p < 0,05$), ao valor de coesividade da amostra comercial de maracujá, gráfico no Anexo II.

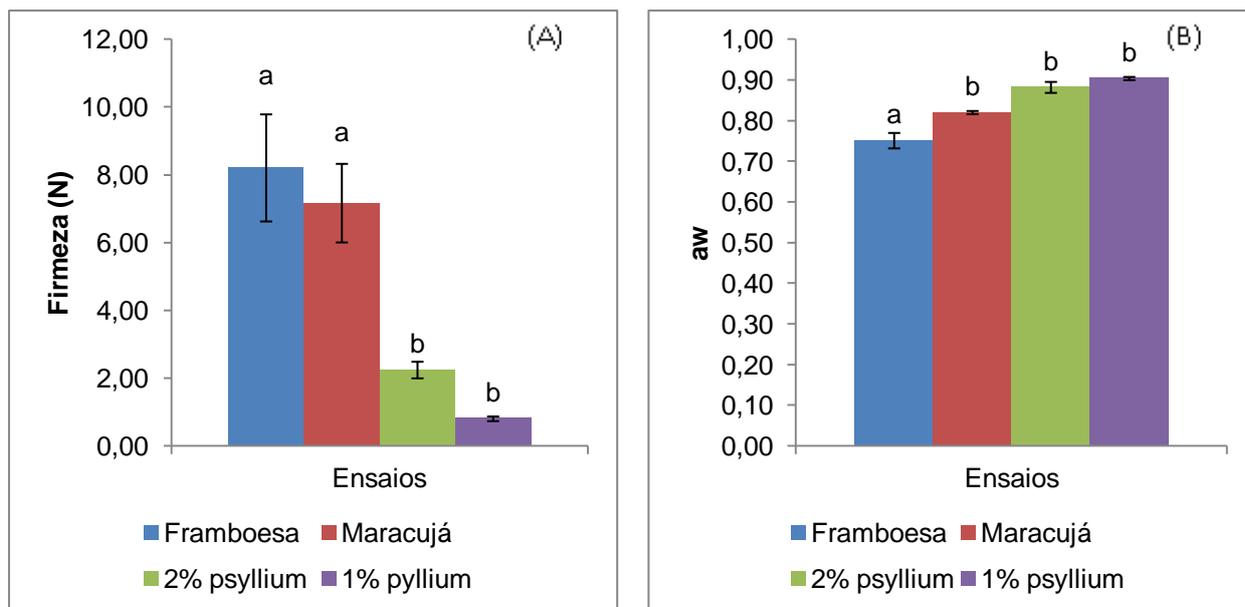


Figura 12. Comparação da firmeza (A) e valores de aw (B) dos ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Nos valores de aw constata-se que os dois ensaios (1 e 2% de psyllium) são significativamente superiores ao aw do recheio comercial de framboesa. Como o valor de aw da formulação com psyllium ainda se encontrava muito elevado, em comparação com os das formulações comerciais (framboesa e maracujá) passou-se a testar a adição de sorbitol com o intuito de promover a redução de aw.

1.2. Estudo preliminar do efeito de edulcorantes na estrutura do recheio

A adição de sorbitol levou a um novo ensaio, onde se testou uma diminuição da percentagem de fruta de 50 para 45% (m/m) e introduziu-se 5% (m/m) de sorbitol, com o objetivo de se diminuir o valor de aw do produto. Este ensaio conduziu a um gelificado com características apelativas, boa textura e notava-se bem o sabor a pera. O valor de aw passou de 0,905 para 0,880, verificando-se a eficácia do sorbitol na redução desse parâmetro. Nessa perspetiva faz-se um novo ensaio, onde se aumentou a percentagem de sorbitol para 10% (m/m), reduzindo o teor de fruta. O ensaio com 10% (m/m) de sorbitol, apresentou visualmente uma boa textura, mas um valor de aw ainda elevado (0,828). A nível de sabor encontrava-se muito doce.

Comparando os dois ensaios, com 5 e 10% (m/m) de sorbitol, verificou-se que a firmeza de ambos não é significativamente diferente ($p > 0,05$) entre si, mas é significativamente inferior ao valor de firmeza das amostras comerciais (Figura 13 (A)). O mesmo se verifica na grandeza adesividade. A coesividade nos dois ensaios não é significativamente diferente entre si ($p > 0,05$), mas significativamente inferior ($p < 0,05$) do padrão comercial de maracujá, estas duas últimas grandezas encontram-se expressas em gráfico, Anexo II.

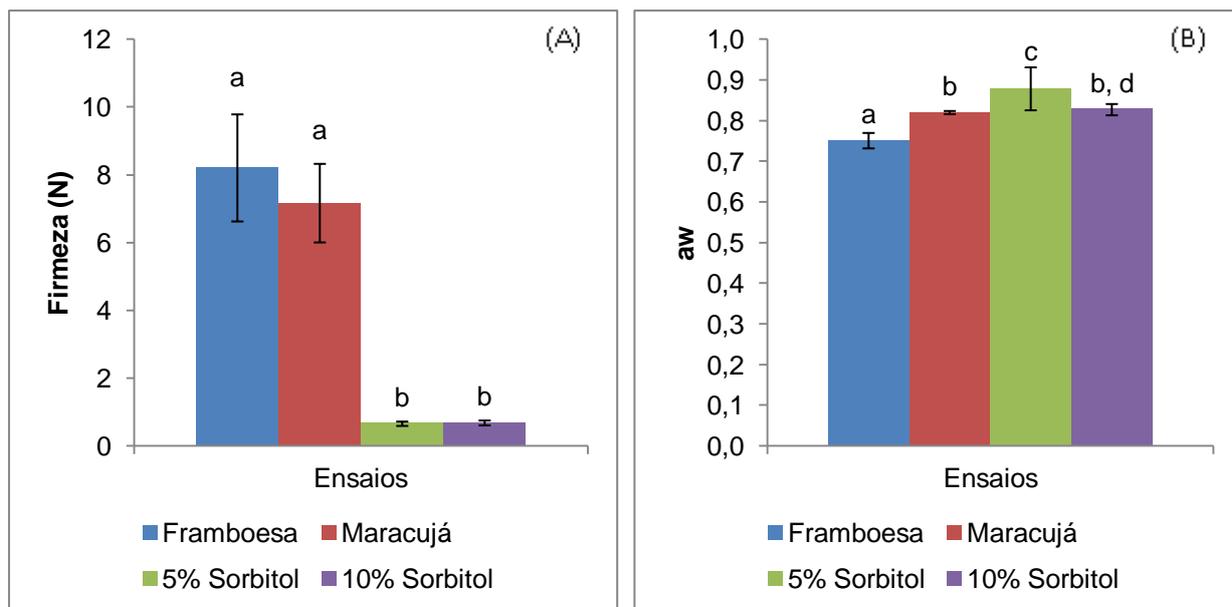


Figura 13. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos ensaios com 5 e 10% de sorbitol, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Nos valores de aw constata-se que o ensaio com 10% (m/m) de sorbitol é significativamente inferior ao valor do ensaio de 5% (m/m) de sorbitol, mas significativamente superior ao recheio de framboesa, como se observa na Figura 13 (B). O ensaio com 5% (m/m) apresenta um valor de aw, significativamente superior a todos os outros. Segundo Torreggiani (1995), o sorbitol é um humectante conhecido. Este apresenta um comportamento semelhante à sacarose em sistemas alimentares, no que diz respeito ao poder edulcorante. Para além disso interage com os outros componentes originando uma textura adequada.

1.3. Estudo preliminar do efeito de fibras e proteína na estrutura do recheio

Como nos ensaios anteriores os valores de aw, se mostraram significativamente superiores aos das amostras comerciais, recorreu-se à introdução de fibras e de uma proteína com o intuito de promover a redução desse parâmetro. Testaram-se três tipos de fibras - interior e exterior de tremoço e inulina e uma proteína (ervilha).

Por ter um valor mais baixo de aw, os ensaios foram efetuados a partir da formulação com 10% (m/m) de sorbitol. Tendo-se constatado que essa formulação teve um sabor doce demasiado acentuado, retirou-se a glucose por ter um poder adoçante menor que o açúcar invertido (Senhoras, *et al.*, 2007). No entanto, como as estratégias utilizadas anteriormente não resultaram na redução do aw, voltou-se aos 50% (m/m) de pera, da formulação inicial. A percentagem testada de fibras e de proteína foi de 3% (m/m).

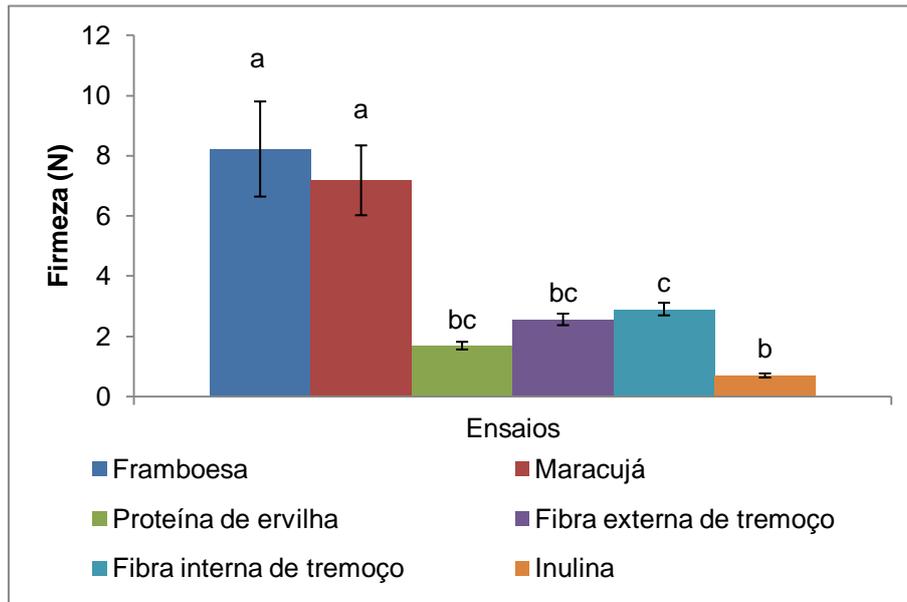


Figura 14. Comparação das firmezas dos ensaios com inulina e fibra externa e interna de tremço e proteína de ervilha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 14 podem observar-se os valores de firmeza dos recheios comerciais (framboesa e maracujá) e dos recheios com adição de fibra (interior e exterior de tremço) e de proteína de ervilha. Os valores de firmeza dos ensaios não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre eles, à exceção do ensaio com fibra interna de tremço que apresentou maior firmeza, relativamente aos outros três ensaios (proteína de ervilha, fibra externa de tremço e inulina), sendo a firmeza de todos os recheios desenvolvidos significativamente inferior aos padrões (framboesa e maracujá). A formulação com fibra interna de tremço apresentou um valor de firmeza de 2,903 N. O recheio com inulina demonstrou ter uma menor firmeza que nos recheios com outras fibras (fibra interna e externa de tremço) e que no recheio com a proteína de ervilha, estando de acordo com Kim (2001), que refere que a firmeza dos géis de inulina dependem da temperatura de aquecimento ($< 80^{\circ}\text{C}$) e do tempo de aquecimento, isto é, quanto maior a temperatura de aquecimento e o tempo de aquecimento menor a firmeza obtida.

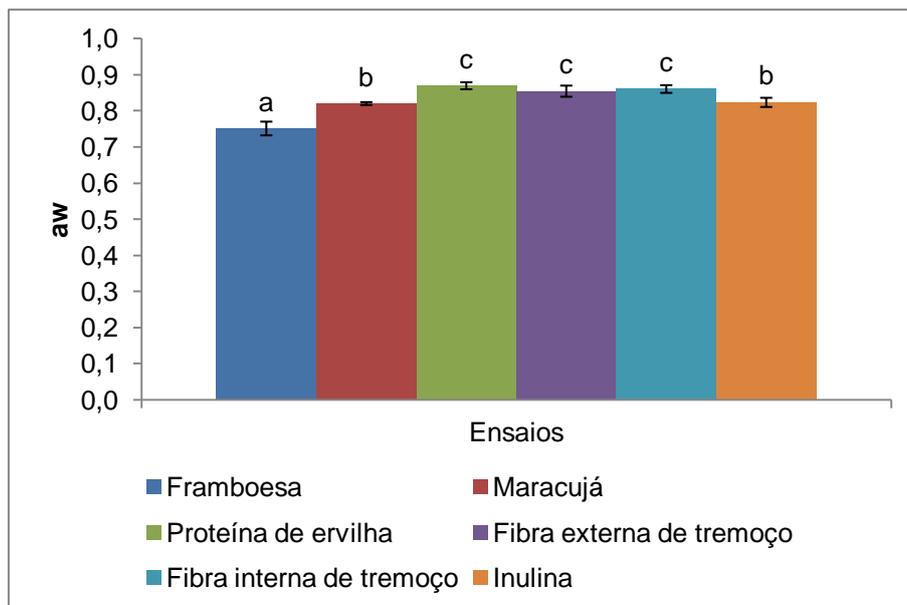


Figura 15. Comparação dos valores de aw dos ensaios com inulina e fibra externa e interna de tremoço e proteína de ervilha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

O valor mais baixo de aw dos recheios desenvolvidos foi o do ensaio com inulina (0,824), que não é significativamente diferente da amostra comercial de maracujá (Figura 15).

Segundo Castro (2002), a capacidade de retenção de água pelas proteínas é determinante nas propriedades reológicas dos alimentos, condicionando a atividade da água do mesmo, no presente caso, verificou-se que a proteína de ervilha não teve um papel significativo nos resultados obtidos.

Em relação à adesividade observa-se que não é significativamente diferente entre os ensaios, mas esta é significativamente inferior aos dois padrões comparativamente com os quatro ensaios (proteína de ervilha, fibra interna e externa de tremoço e inulina), em contrapartida, a coesividade dos ensaios não são significativamente diferentes entre si e significativamente inferiores aos padrões à exceção do ensaio com inulina que não é significativamente diferente do recheio de framboesa ($p > 0,05$), estas últimas duas grandezas encontram-se expressas em gráfico, Anexo II.

Por sua vez, como dos quatro ensaios anteriores, o ensaio com inulina, foi o que teve um aw mais baixo (0,824), partiu-se para outro ensaio com inulina, mas com uma redução da percentagem de sorbitol (de 10% (m/m) para 5,5% (m/m)), tentando diminuir o sabor doce que este conferia. Compensou-se esta diminuição de percentagem com um aumento na percentagem fibras, na de psyllium para 1,5% (m/m) e na de inulina para 7% (m/m).

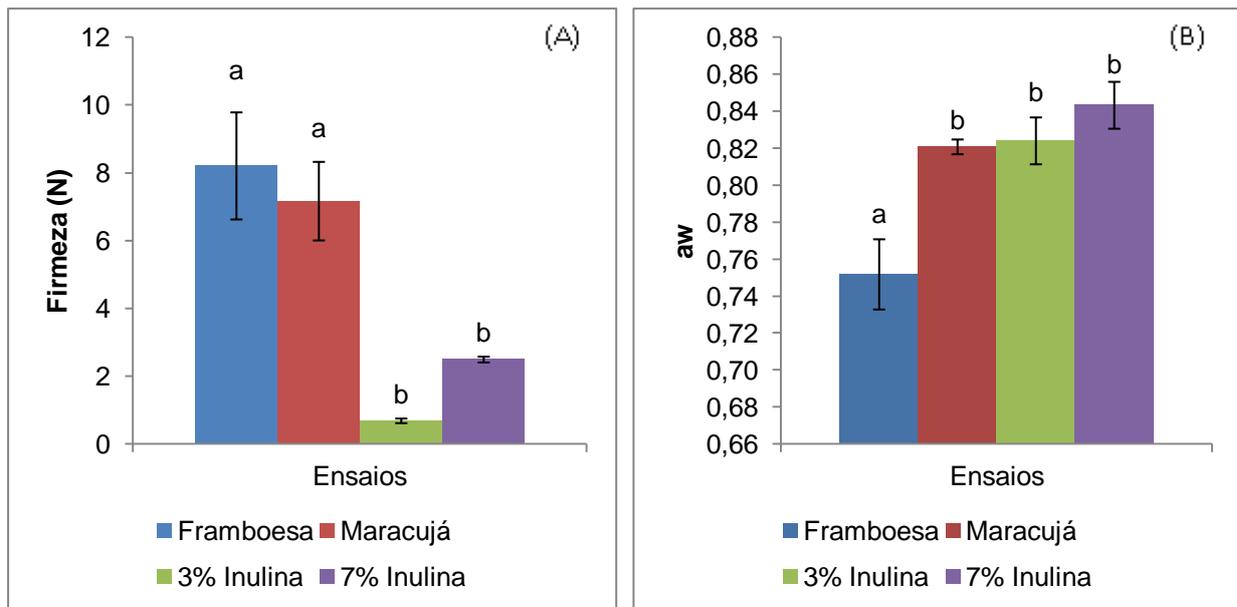


Figura 16. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos ensaios com 3 e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 16 (A) observa-se que o ensaio com 3% (m/m) de inulina e o ensaio com 7% (m/m) de inulina não são significativamente diferentes, mas tem uma firmeza inferior à dos padrões ($p > 0,05$). A formulação com 7% (m/m) de inulina tem uma maior firmeza que o ensaio com 3% (m/m) de inulina, o que pode levar a afirmar que se deveu ao aumento da percentagem total das fibras, psyllium e inulina. De acordo com Glibowski e Wasko (2008), o único fator crítico é a concentração de inulina na solução. A inulina pode formar um gel na água se a sua concentração for superior a 10-15%.

Nos valores de aw (Figura 15 (B)) verifica-se que o ensaio com 7% (m/m) de inulina (0,844) não é significativamente diferente do ensaio com 3% (m/m) de inulina (0,824) e do padrão de maracujá (0,821). Por isso, decidiu-se considerar o ensaio com 7% (m/m) de inulina, a formulação “óptima” por se encontrar com as características físicas idênticas a uma das amostras comerciais (maracujá). Na adesividade observa-se que os dois ensaios não são significativamente diferentes, mas com uma firmeza significativamente inferior aos dois padrões e na coesividade retira-se a mesma conclusão à exceção do ensaio com 3% (m/m) de inulina que não é significativamente diferente ao recheio de framboesa ($p > 0,05$), estas últimas duas grandezas encontram-se expressas em gráfico (Anexo II).

De um modo geral, o psyllium forma gel por ter um poder de absorção de água elevado tanto a baixas como a altas temperaturas (25 – 95°C) (Raymundo, *et al.*, 2014) o que originou uma boa firmeza aos recheios. Comprovou-se que o sorbitol teve um papel importante na redução de aw, mas conferiu um sabor muito doce. Por fim, a combinação entre a inulina e o psyllium originaram um recheio com aw e firmezas quase idênticas às do recheio comercial de maracujá.

2. Efeito do tipo de fruta nos recheios para bombons de chocolate

Como o objetivo deste trabalho experimental é a produção de dois tipos diferentes de recheios (com e sem chocolate) à base de três tipos de frutas, adaptou-se a formulação de pera rocha às duas restantes frutas, maçã verde e mirtilos.

2.1. Mirtilos

O ensaio do recheio à base de mirtilos foi efetuado com as mesmas percentagens que o ensaio “ótimo” de pera rocha, com 7% (m/m) de inulina e 1,5% de psyllium. Este demonstrou sensorialmente ser um pouco ácido, levando à realização de um novo ensaio, onde se aumentou o teor de açúcar invertido de 6% (m/m) para 10% (m/m) e uma diminuição de inulina de 7% (m/m) para 3% (m/m). O ensaio encontrou-se igualmente ácido, por isso partiu-se para uma terceira formulação onde a estratégia passou pela redução da percentagem de fruta de 50% (m/m) para 45% (m/m), aumentando-se a percentagem de inulina para 7% (m/m) e de açúcar invertido para 11% (m/m).

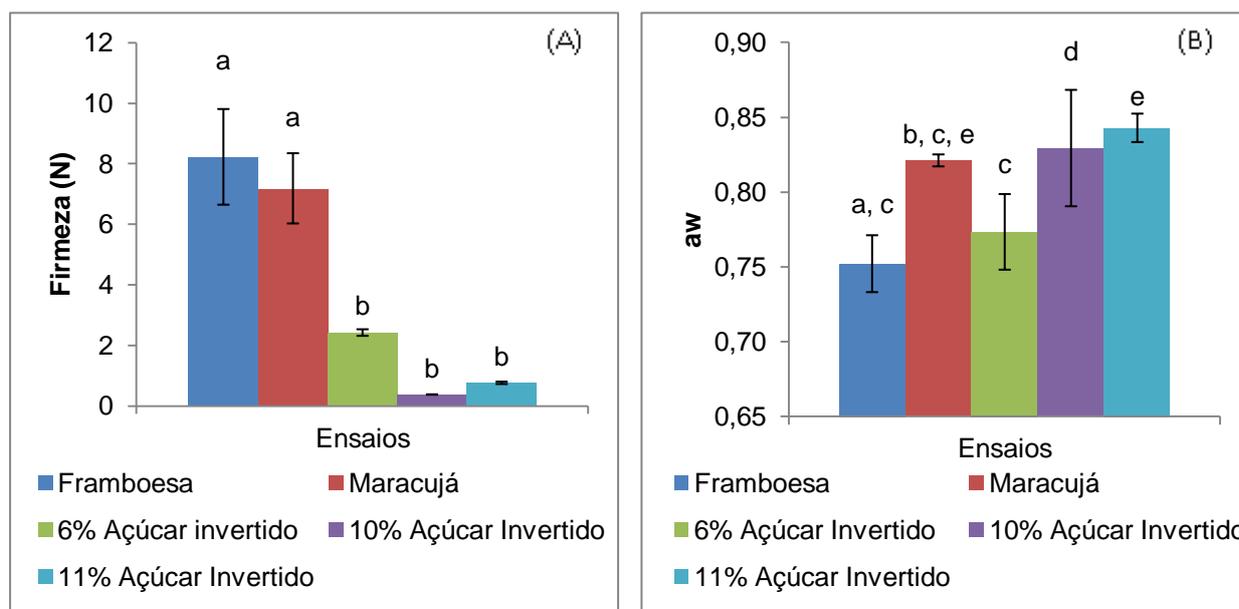


Figura 17. Comparação da firmeza (A) e do aw (B) dos ensaios com 6, 10 e 11% (m/m) de açúcar invertido, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 17 (A) observa-se que os três ensaios não são significativamente diferentes em termos de firmeza ($p > 0,05$) entre si, mas significativamente inferiores aos dois padrões (framboesa e maracujá). Na adesividade constata-se que os ensaios também não são significativamente diferentes entre si (Anexo II). A coesividade dos ensaios não é significativamente diferente entre si, no entanto têm uma coesividade significativamente inferior à dos padrões, à exceção do ensaio com 11% de açúcar invertido, que não é

significativamente diferente ao recheio com framboesa ($p > 0,05$). A adesividade e a coesividade encontram-se expressas em gráfico, Anexo II.

Nos valores de a_w (Figura 17 (B)) verifica-se que os três ensaios são significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$), mas o ensaio com 6% de açúcar invertido, não é significativamente diferente dos recheios comerciais de framboesa e de maracujá. O valor de a_w aumenta proporcionalmente com o teor de açúcar invertido e a firmeza diminui (apesar de não ser significativamente diferente) nos recheios em desenvolvimento. Isto porque possivelmente o açúcar invertido utilizado tem uma maior percentagem de água na sua composição, levando assim a um aumento do a_w do produto final. Estes resultados estão de acordo com Torres (2013), que verificou este efeito na gelificação de géis de farinha de arroz e de castanha.

O ensaio com 10% (m/m) de açúcar invertido não é significativamente diferente do recheio comercial de maracujá e do ensaio com 11% (m/m) de açúcar invertido é significativamente diferente de todos os ensaios, o que leva a concluir que a estratégia adotada não foi a mais indicada, também por sensorialmente o ensaio com 10% (m/m) e ensaio com 11% (m/m) de açúcar invertido, estarem muito doces, por isso considerou-se como formulação “ótima” o ensaio com 6% (m/m) de açúcar invertido, que apesar de ter uma acidez característica, os parâmetros físicos são os mais próximos dos comerciais, dando um maior tempo de prateleira.

2.2. *Maçã Verde*

O ensaio à base de maçã verde efetuado com as mesmas percentagens que o ensaio “ótimo” de pera rocha, demonstrou sensorialmente ser bastante agradável, no entanto decidiu-se desenvolver um outro ensaio onde houvesse redução da percentagem de maçã verde (para 45% (m/m)), para tentar verificar se haveria uma diminuição do valor de a_w .

Tal facto sucedeu como era de se esperar, como se observa na Figura 18 (B). Em contrapartida, sensorialmente o ensaio com 45% (m/m) de maçã verde, não se notava o sabor a maçã, por isso decidiu-se mais uma vez considerar como formulação “ótima” o ensaio com 50% (m/m) de maçã verde.

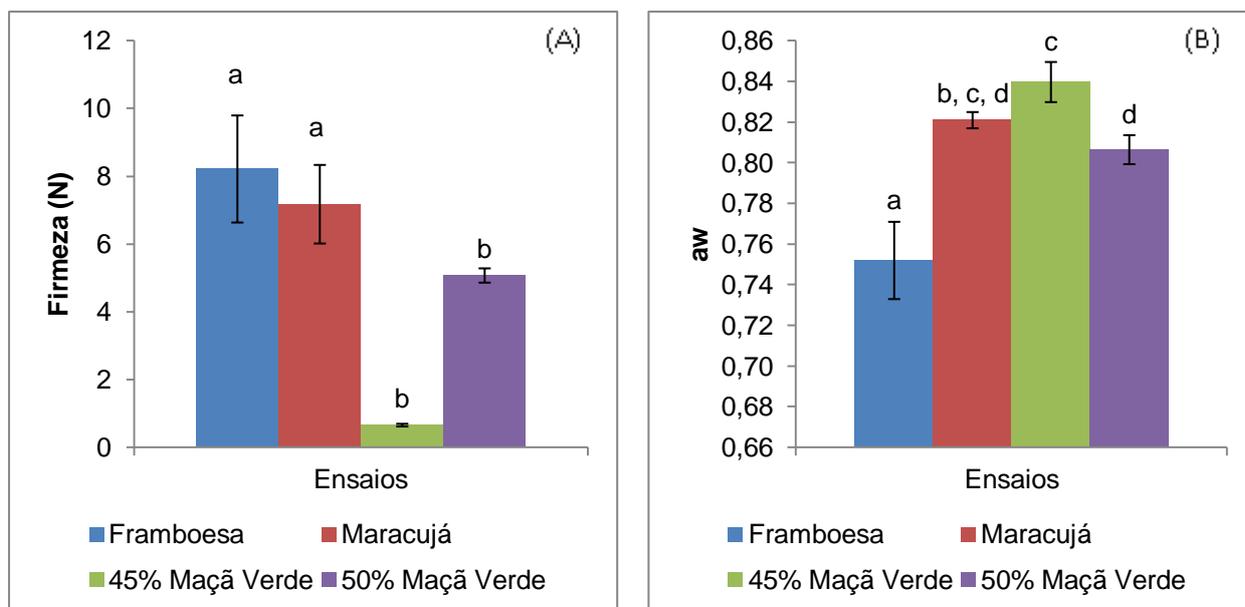


Figura 18. Comparação da firmeza (A) e aw (B) dos ensaios com 45 e 50% (m/m) de Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 18 (A) ainda se pode observar que os ensaios com 45 e 50% (m/m) de maçã verde ao nível de firmeza não são significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$), apesar de o ensaio com 50% (m/m) de maçã verde demonstrar ter uma firmeza maior. Na adesividade observam-se os mesmos resultados. A coesividade dos ensaios não são significativamente diferentes entre si, mas tem uma firmeza significativamente inferior aos padrões. A adesividade e a coesividade encontram-se expressas em gráfico (Anexo II).

Como a maçã é muito rica em pectina (10 a 15% (m/m)) um aumento de apenas 5% do seu teor implicou um aumento de 87% na firmeza. Estes resultados encontram-se de acordo com Rascón-Chu (2009), que estudou o efeito do poder de gelificação da pectina de maçã. Referiu ainda que os resultados que obteve sugeriram o uso desta goma, como agente de texturização com potencial para a indústria alimentar.

2.3. Os três tipos de fruta

Comparando as três formulações “óptimas” dos três tipos de fruta (pera rocha, mirtilos e maçã verde) ao nível da firmeza verifica-se que o ensaio com maçã tem uma firmeza significativamente diferente dos recheios com pera e mirtilos, com um valor de firmeza de 5,076, mas em contrapartida, os três ensaios são significativamente diferentes ($p < 0,05$) dos dois padrões, framboesa e maracujá, como se observa na Figura 19 (A). O que pode significar que a maçã tem um maior poder de gelificação, neste tipo de mistura que a pera rocha e os mirtilos, tendo possivelmente a ver com a quantidade de pectinas associadas a cada fruta, as peras não contêm pectina suficiente para preparar uma marmelada, com uma boa gelificação (Southgats, 1992). Como o teor de pectinas nos mirtilos é de 0,30 a 0,60%

(m/m) (Divulgação Agro 556, 2007), da maçã de 10 a 15% (m/m) (Rascón-Chu, *et al.*, 2009) e da pera rocha de 12% (m/m) (Forni, *et al.*, 1994), logo pode-se afirmar que os resultados estão possivelmente relacionados com os teores de pectina das frutas. Sendo que a teores mais elevados de pectina correspondem a géis mais estruturados, com uma melhor gelificação, como o recheio de maçã.

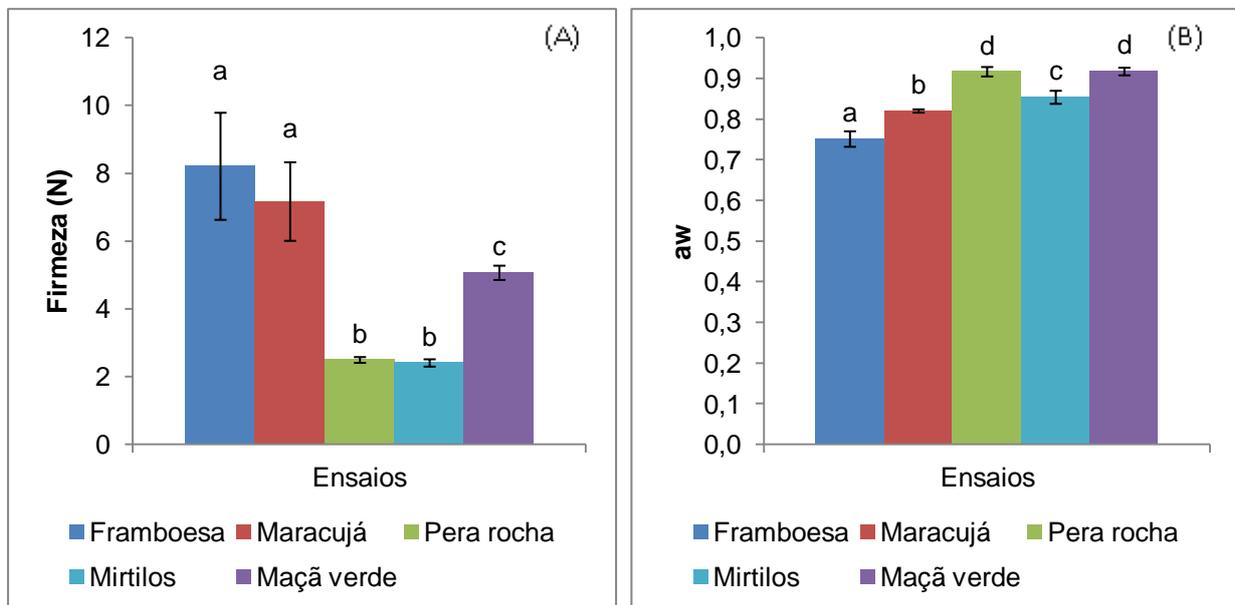


Figura 19. Comparação da firmeza (A) e do aw (B) da pera rocha, mirtilos e maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 19 (B) ainda se observa que os valores de aw da pera rocha, dos mirtilos e da maçã verde são significativamente diferentes dos padrões no entanto o valor de aw dos mirtilos é significativamente diferentes dos ensaios com pera rocha e maçã verde, tendo uma diferença na ordem de 0,081 e 0,034, respetivamente. Esta diferença de aw pode ser explicada pela acidez dos mirtilos, levando a que haja uma redução do valor de aw na mistura final, originando maior tempo de prateleira (Rocha & Malcata, 2011).

3. Incorporação de farinhas nos recheios para bombons de chocolate

Após concluído o desenvolvimento dos recheios com introdução de chocolate (Lactér Barry), passou-se para o desenvolvimento dos recheios com incorporação de farinha de castanha e de arroz.

O desenvolvimento deste tipo de recheio iniciou-se com os ensaios à base de mirtilos, onde se verificou que a formulação “ótima” seria a que se encontra na Tabela 7. Todos os outros gelificados à base das duas restantes frutas, pera rocha e maçã verde, foram obtidos com a mesma formulação.

Tabela 7. Formulação base do recheio de mirtilos do bombom de chocolate.

Ingredientes	Mirtilos (% (m/m))
Açúcar Invertido	6
Glucose líquida 42 DE	12
Sorbitol pó	5
Mirtilos	57
Farinha de Arroz	20

Esta formulação resulta de estudos preliminares, em que se testaram diversas combinações de farinha de arroz e farinha de castanha. Em todos os estudos preliminares foram sempre efetuados testes de avaliação da textura (TPA), avaliação da atividade da água e prova sensorial, estratégia traçada por ser um produto perecível.

As concentrações testadas foram de 15% (m/m) e 20% (m/m) para a farinha de arroz e 15 e 10% (m/m) para a farinha de castanha, os valores de firmeza obtidos foram similares a géis sem glúten (Torres, *et al.*, 2013). Estas concentrações foram testadas no recheio à base de mirtilos, com concentração constante de 6% (m/m) de açúcar invertido. As condições do desenvolvimento dos ensaios foram as mesmas que se utilizaram para o desenvolvimento dos recheios com incorporação de chocolate, isto porque como afirma Torres (2013), a farinha de arroz e a farinha de castanha têm um maior grau de gelificação, maior firmeza associada, a temperaturas elevadas, nas condições de 90°C durante 30 min.

Pode-se observar na Figura 20, que a magnitude deste parâmetro aumenta com a percentagem utilizada para o desenvolvimento do recheio, mas o aumento não é significativo ($p > 0,05$) entre os ensaios com 15 e 20% (m/m) de farinha de arroz. Quando comparados os dois tipos de farinhas a 15% (m/m) verifica-se a mesma situação, um aumento de 0,208 N, mas estatisticamente não é significativamente diferente.

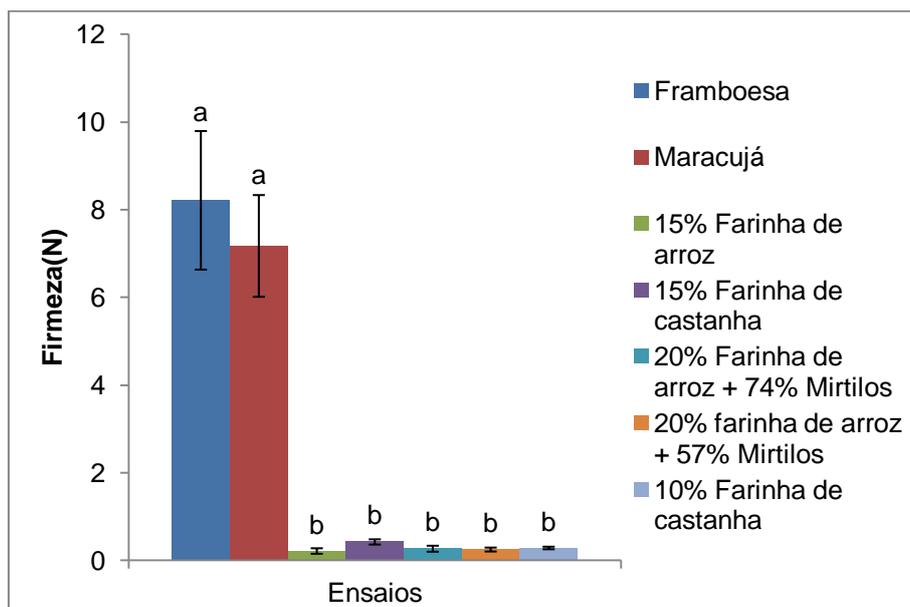


Figura 20. Comparação da firmeza dos ensaios com diferentes percentagens de farinha de arroz e castanha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Como sensorialmente o ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz encontrava-se com uma boa textura e sabor, decidiu-se testar esta mesma percentagem com a adição de sorbitol a 5% (m/m), glucose a 12% (m/m) e 57% (m/m) de mirtilos, com o objetivo de tornar mais doce o produto final, levando a uma diminuição do valor de a_w , como se verifica na Figura 20. O ensaio com 15% (m/m) de farinha de castanha, sensorialmente demonstrou sentir-se o sabor de farinha de castanha e encontrava-se enfarinhado, por isso adotou-se a mesma estratégia anterior, mas com uma redução da percentagem de farinha de castanha para 10% (m/m).

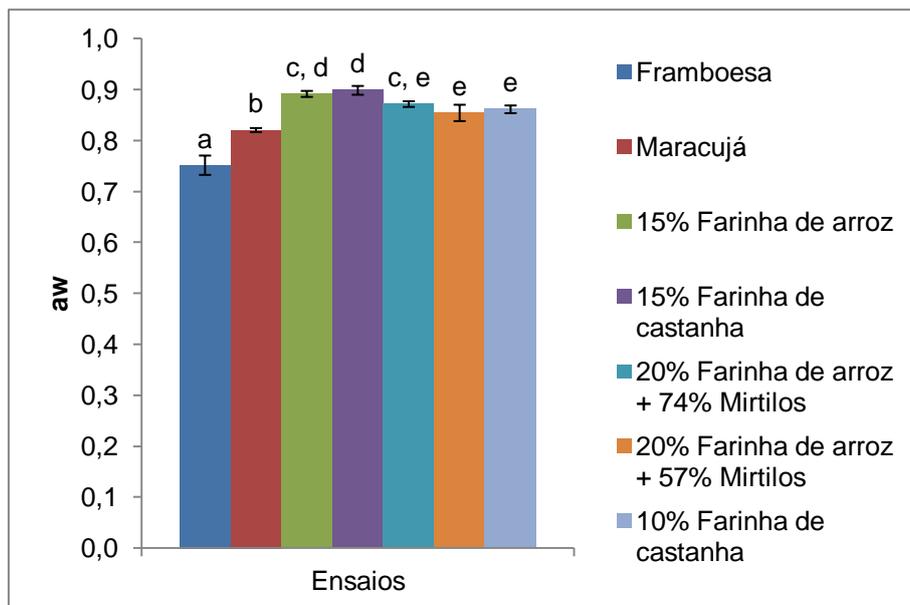


Figura 21. Comparação da aw dos ensaios com diferentes percentagens de farinha de arroz e castanha, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Verificou-se que a firmeza dos ensaios estatisticamente não eram significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$). O mesmo não se constatou nos valores de aw, a estratégia utilizada foi bem sucedida, levando a uma redução de aw significativa, quando se comparam os recheios com 20% (m/m) de farinha de arroz e 74% (m/m) de mirtilos, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de mirtilos e 10% (m/m) de farinha de castanha com os ensaios de 15% (m/m) de farinha de castanha e de arroz. Os ensaios têm todos valores de aw superiores aos dos padrões (framboesa e maracujá).

A adesividade entre os ensaios não é significativamente diferente, mas é significativamente inferior aos padrões. A coesividade do ensaio com 15% (m/m) de farinha de castanha e o ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz com 57% (m/m) de mirtilos não são significativamente diferentes do recheio de framboesa. A adesividade e a coesividade encontram-se expressas em gráfico (Anexo II).

Como referido anteriormente a formulação considerada à base de mirtilos (com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) mirtilos), foi extrapolada para as restantes duas frutas, pera rocha e maçã verde. Na Figura 22 observam-se os recheios “ótimos” dos três tipos de fruta.

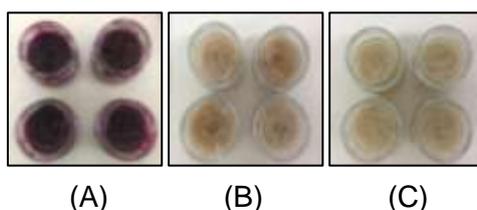


Figura 22. Recheios de (a) mirtilos, (b) pera rocha e (c) maçã verde.

Comparando os três ensaios ao nível da firmeza, verifica-se que o tipo de fruta utilizada tem diferenças significativas na estrutura do recheio. A pera rocha é significativamente superior das duas restantes frutas, demonstrando ter uma maior firmeza, 3,754 N, no entanto, as três frutas em estudo são significativamente inferiores aos recheios comerciais (Figura 23 (A)). Esta diferença entre frutas pode ser explicada pela composição dos frutos, como a pera de entre as três frutas é a que tem uma menor teor de pectinas, possivelmente terá uma maior apetência para formação de recheios (Southgats, 1992).

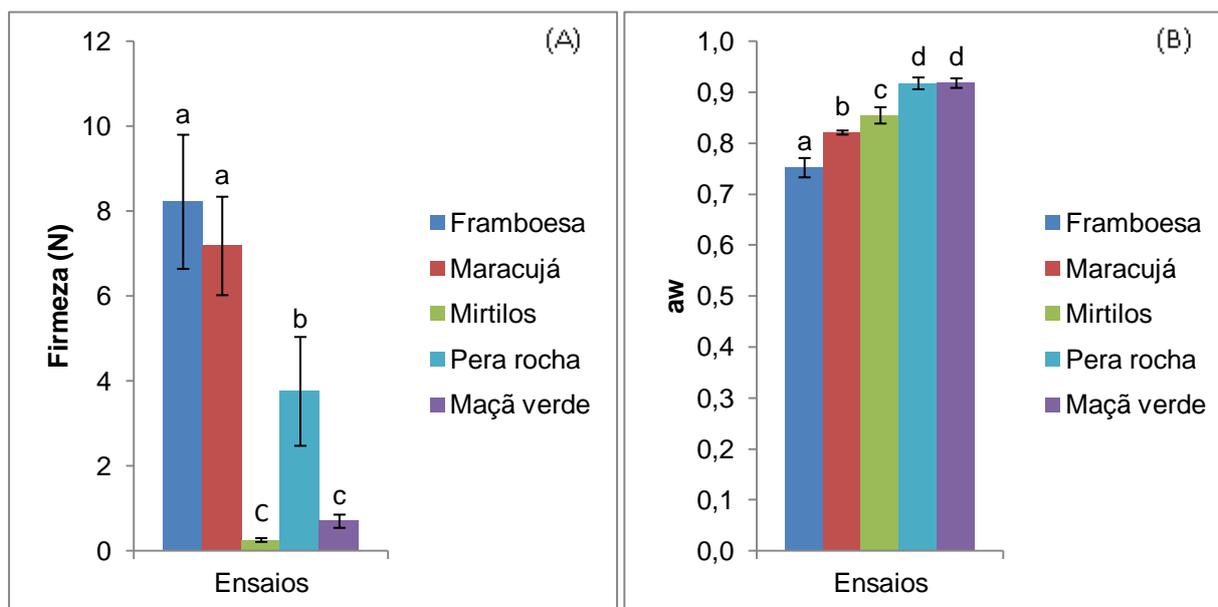


Figura 23. Comparação da firmeza (A) e dos valores de aw (B) dos recheios obtidos, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 23 (B) verifica-se ainda que os valores de aw dos recheios à base de pera e de maçã verde são significativamente superiores ($p < 0,05$) do valor de aw dos recheios de mirtilos, o que poderá ser explicado pelo valor de pH da fruta em causa. Sensorialmente, todos os recheios se encontravam enfarinhados devido à incorporação de farinha de arroz, mas com a perceção do sabor a fruta no recheio. Estes resultados podem ter sido consequência de uma interação diferente entre as pectinas dos frutos com o amido de arroz (Pedersen, *et al.*, 2006). Segundo Lira-Ortiz (2014), a casca de pera (*O. albicarpa* Scheinvar 'Reyna') é uma fonte de pectina com um alto potencial como espessante e agente de gelificação em produtos alimentares.

4. Efeito das especiarias nos recheios para bombons de chocolate

Para se ter um aumento de vida útil do produto, como será explicitado mais à frente, no presente capítulo, o Projeto QREN - I&DT Co-promoção 33880 "HealthyBombons", em parceria com a empresa AJM Pastelarias Lda., contemplou a introdução de quatro tipos diferentes de especiarias (canela, gengibre, noz moscada e cravinho), que foram testadas

nas formulações “ótimas” à base de maçã verde, já desenvolvidas anteriormente, o recheio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde e o recheio com 7% (m/m) de inulina e 1,5% (m/m) de psyllium, formulações com os dois tipos de gelificação.

O efeito das especiarias só foi estudado num tipo de fruta com o intuito de se extrapolar esses resultados para as outras duas frutas. Estes ensaios foram estudados com base na estratégia anterior, a partir de testes de avaliação da textura (TPA), avaliação da atividade da água e prova sensorial, acrescentando a medição do pH nos ensaios.

4.1. Farinha de arroz

Na Figura 24 observa-se que as especiarias influenciam a firmeza da formulação ótima, todos os recheios não são significativamente diferentes à formulação sem adição de especiarias (20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde) à exceção do recheio com gengibre que é significativamente diferente de todos os outros recheios ($p < 0,05$), isto muito provavelmente porque o gengibre altera a estrutura da mistura final.

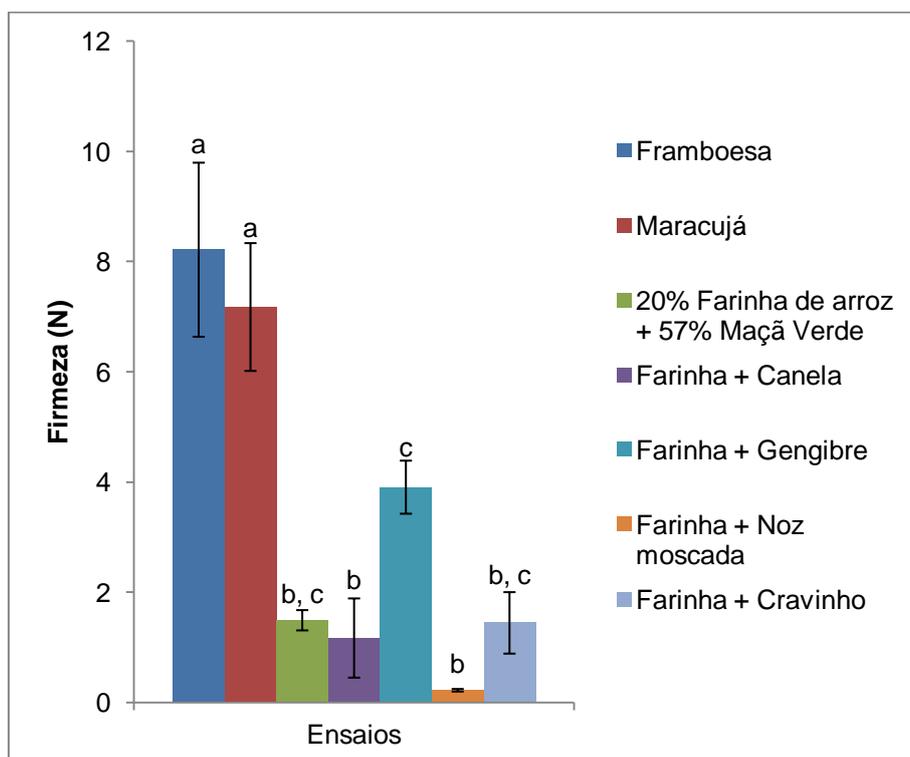


Figura 24. Comparação da firmeza dos recheios em desenvolvimentos com especiarias e dos recheios com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

O mesmo não se verifica nas medições de a_w dos ensaios em estudo, verifica-se na Figura 25 que os valores não são significativamente diferentes entre os quatro tipos de especiarias e a formulação sem adição de especiarias (20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde). No entanto, estes ensaios são significativamente superiores (p

< 0,05) aos recheios comerciais facultados pela AJM Pastelarias Lda., estando todos os ensaios com valores de aw na ordem dos 0,93 e os comerciais de framboesa e maracujá com valores de aw de 0,75 e 0,82, respetivamente. Estes resultados indicam que estas quatro especiarias, têm o mesmo efeito na mistura final, nos valores de aw.

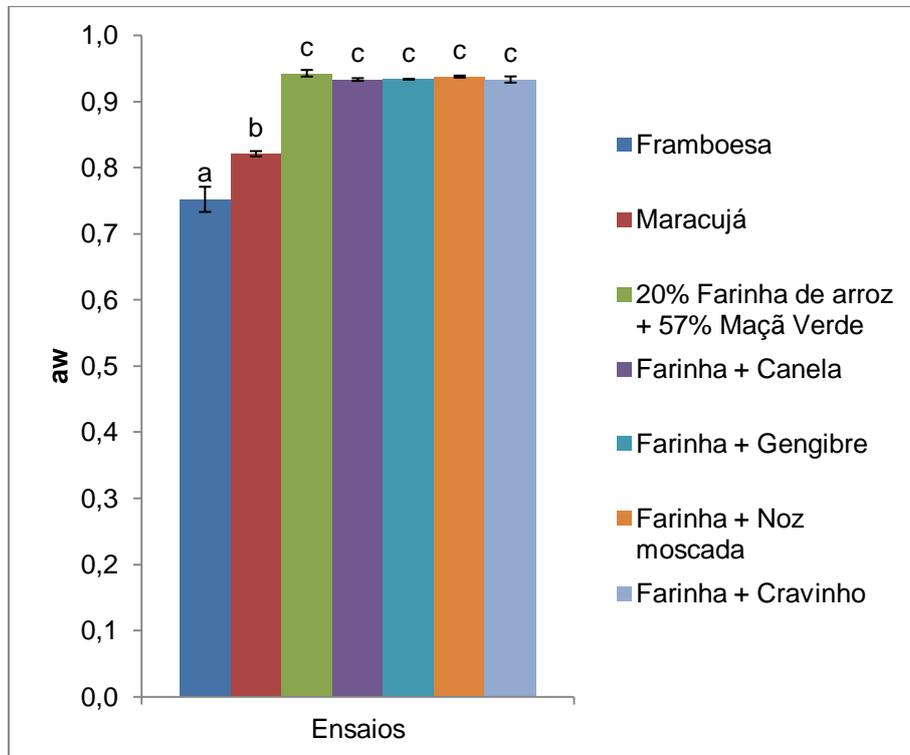


Figura 25. Comparação dos valores de aw dos recheios em desenvolvimentos com especiarias e dos recheios com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 26 estão representados os valores de pH dos ensaios com adição das quatro especiarias (canela, gengibre, noz moscada e cravinho). De entre os ensaios com adição de especiarias e o ensaio otimizado observa-se que o gengibre é significativamente diferente ($p < 0,05$) do ensaio com noz-moscada e da formulação otimizada, os restantes ensaios não são significativamente diferentes, entre si.

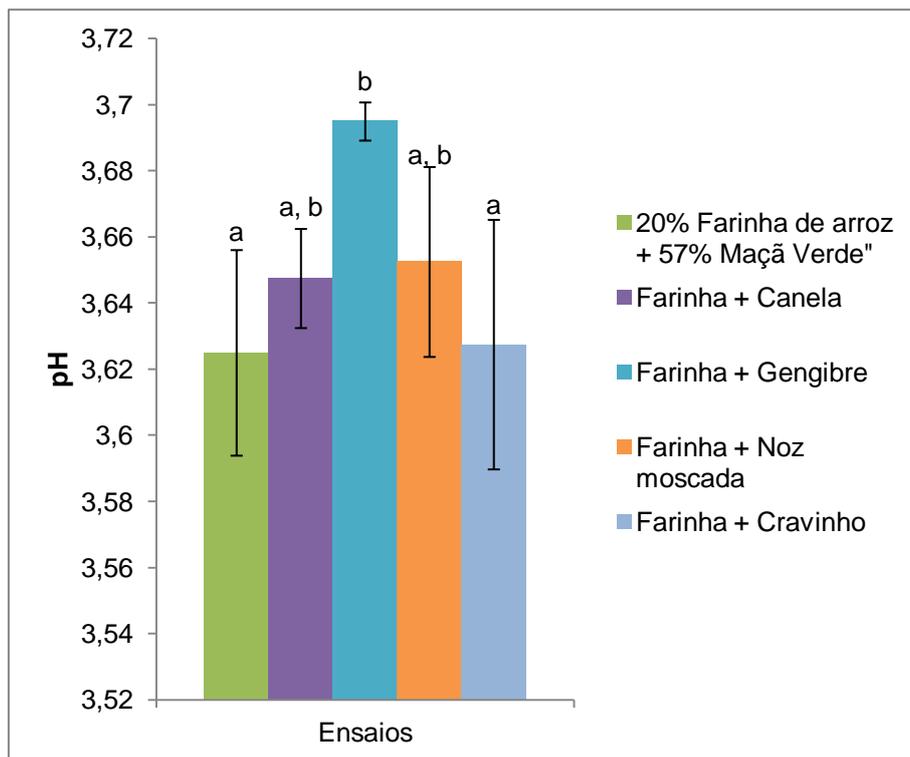


Figura 26. Comparação dos valores de pH dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Estas especiarias afetam o pH das amostras em estudo, levando a que estas tenham um maior tempo de prateleira. O recheio com gengibre tem um pH mais elevado o que condiciona o processo de gelificação. Neste caso o pH mais elevado promoveu a formação de um gel mais firme, este resultado está de acordo com Glibowski e Wasko (2008), que verificaram que se obtém géis de inulina mais fracos e menos estruturados com a diminuição do pH.

É de salientar que se poderia aumentar ligeiramente o valor de pH dos restantes ensaios (farinha + canela, farinha + noz moscada e farinha + cravinho), levando assim a um possível aumento da firmeza dos mesmos, no entanto, é de referir que o estudo do efeito do pH não foi objetivo do presente trabalho.

4.2. *Chocolate - Lactér Barry*

Na Figura 27, verifica-se que os ensaios com introdução de especiarias, não são significativamente diferentes entre si, estes tem uma firmeza significativamente não diferente ($p > 0,05$) à formulação otimizada com 1,5% de psyllium e 7% (m/m) de inulina. No entanto, são significativamente inferiores aos recheios comerciais, tem uma firmeza menor, na ordem dos 4 a 5 N de diferença.

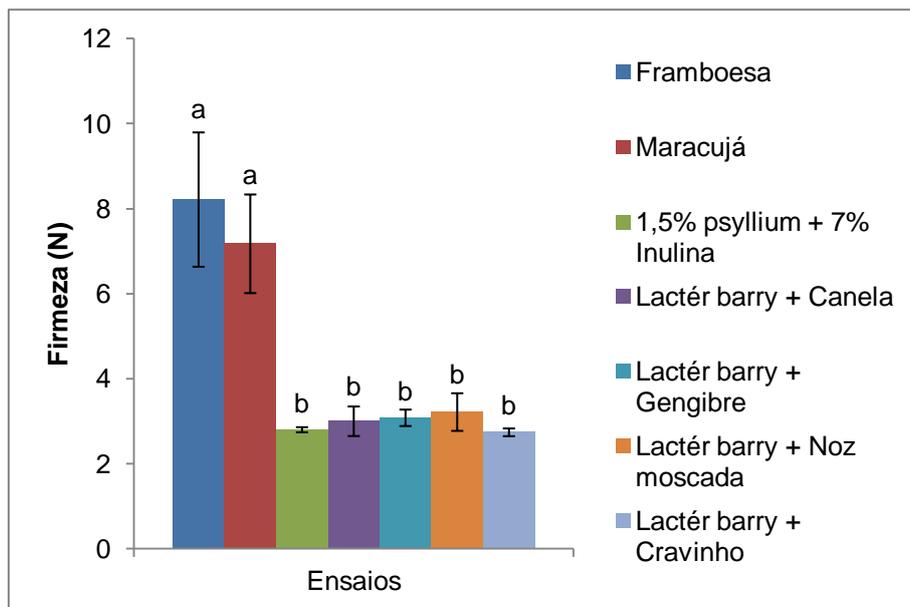


Figura 27. Comparação dos valores de firmeza dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Nas medições de a_w dos ensaios em estudo, verifica-se que na Figura 28 que os valores não são significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre os quatro tipos de especiarias e a formulação sem adição de especiarias (1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina). No entanto, estes ensaios são significativamente inferiores ($p < 0,05$) dos recheios comerciais facultados pela AJM Pastelarias Lda. Estes resultados indicam que as quatro especiarias, têm o mesmo efeito na mistura final, nos valores de a_w .

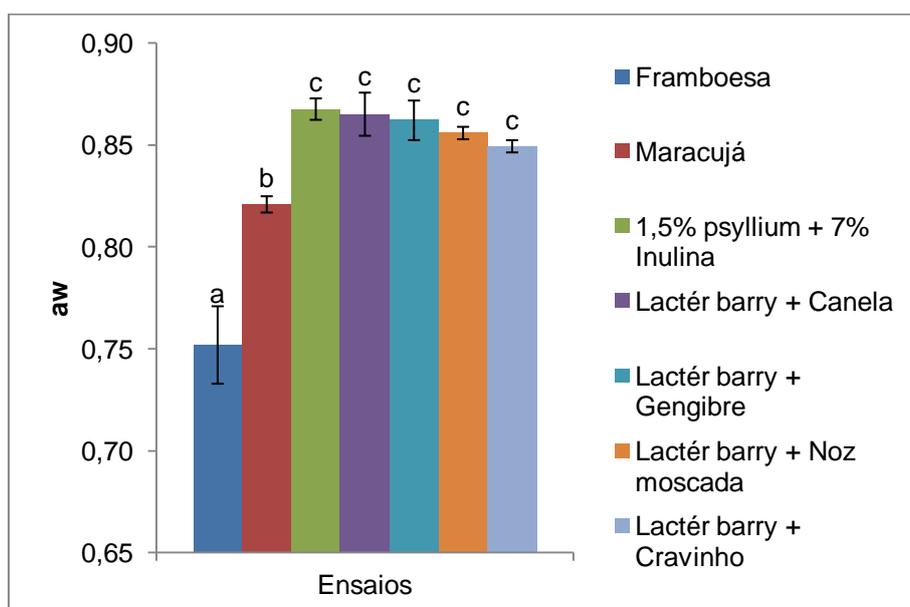


Figura 28. Comparação dos valores de a_w dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Na Figura 29 estão representados os valores de pH dos ensaios com adição das quatro especiarias (canela, gengibre, noz moscada e cravinho). De entre os ensaios com adição de especiarias e o ensaio otimizado observa-se que estes não são significativamente diferentes ($p > 0,05$) à exceção do ensaio com adição de noz-moscada que é significativamente superior do recheio otimizado, com 1,5% (m/m) psyllium e 7% (m/m) de inulina

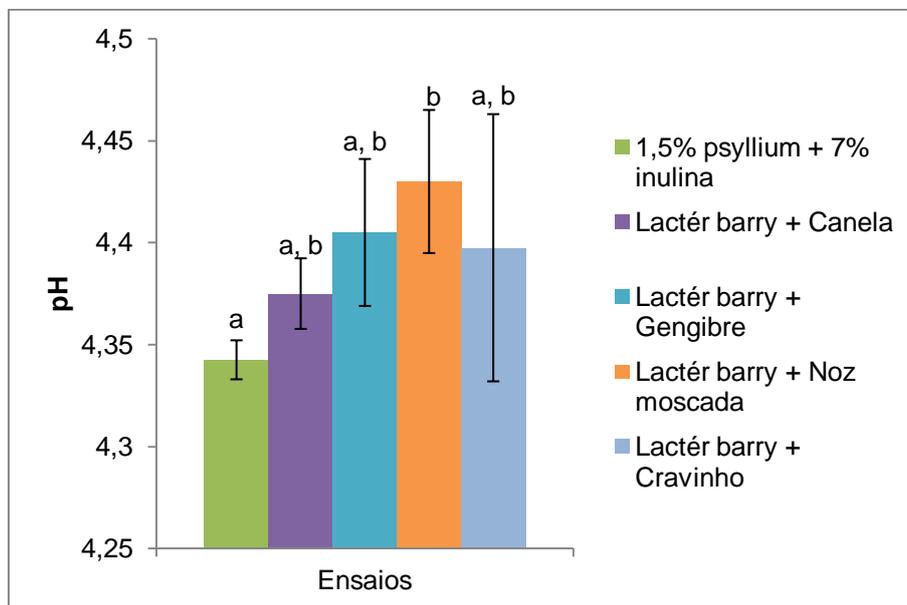


Figura 29. Comparação dos valores de firmeza dos recheios em desenvolvimento com especiarias e do recheio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e de maracujá.

Estas especiarias afetam o pH das amostras em estudo, levando a que estas tenham um maior tempo de prateleira. É de destacar que a noz-moscada neste tipo de sistema demonstrou ter um pH mais elevado, mas neste caso a firmeza não foi significativamente superior, no entanto há uma tendência dessa amostra para valores mais elevados.

4.3. Análise microbiológica

Como foi referido anteriormente a adição de especiarias foi feita com o intuito de aumentar o tempo de vida útil do produto final. A adição de canela, gengibre, noz-moscada e cravinho foi testada através de análises microbiológicas, aos mesófilos totais e a bolores e leveduras. Para além destes ensaios, com introdução de especiarias, também se testou as formulações otimizadas com os dois tipos de sistemas de gelificação, farinha de arroz (20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde) e 1,5% de psyllium e 7% (m/m) de inulina. A análise foi efetuada de quinze em quinze dias até um mês de análises (T2). O tempo zero (T0) foi considerado após o recheio estabilizar, aproximadamente 12 horas da sua confeção. Para esta análise os recheios ficaram sempre guardados à temperatura de refrigeração (-2°C).

Na Figura 30 verifica-se que para ambos os tipos de recheios, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde (sem chocolate) e chocolate mais 1,5% de psyllium e 7% inulina, na contagem de bolores e leveduras esta é nula ao longo do tempo de análise. O mesmo não se verifica na contagem de mesófilos em ambos os tipos de recheios. É facto que tem um perfil semelhante, onde estas contagens têm uma diminuição gradual ao longo dos dias do estudo.

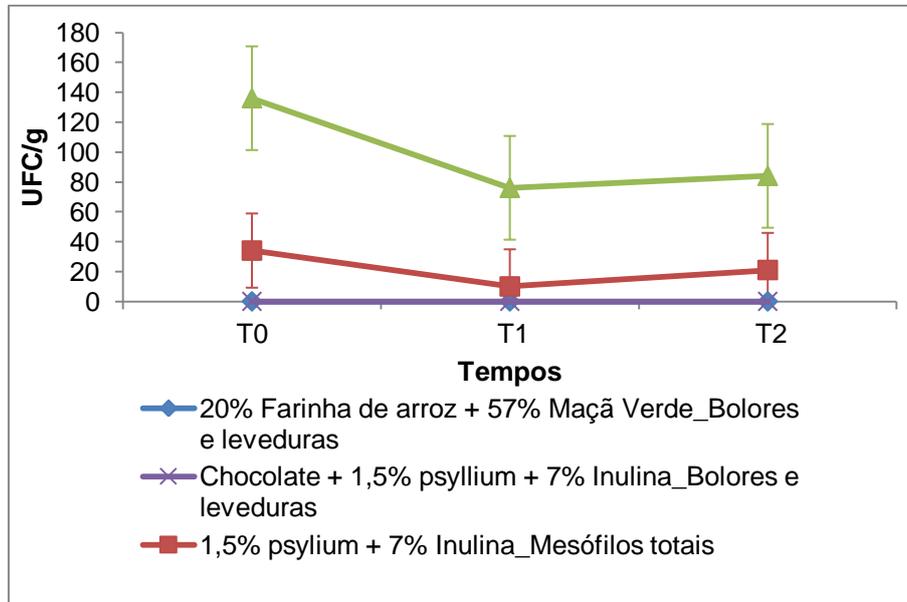


Figura 30. Análise microbiológica a bolores e leveduras e mesófilos totais aos recheios em desenvolvimento, com chocolate e 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina e 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, ambos com e sem chocolate Lactér Barry.

Os valores obtidos na análise microbiológica dos recheios hipocalóricos, foram comparados com os valores guia para a avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a consumir. Consoante este guia, os recheios hipocalóricos em desenvolvimento estão inseridos no grupo 1, sobremesas doces com ingredientes totalmente cozinhados, ou adicionados de especiarias. Para as leveduras e bolores, este grupo tem valores de $\leq 10^2$ e $\leq 10^1$ respetivamente, os alimentos encontram-se com uma avaliação satisfatória, o que comparativamente com os valores obtidos da análise dos recheios em desenvolvimento, verifica-se que estes encontram-se dentro dos limites, ao fim do tempo estudado (T2) (Santos, et al., 2000).

O limite para as contagens dos mesófilos totais é de $\leq 10^2$, o que se verifica no sistema com psyllium e inulina ao longo de toda a análise, tendo assim uma avaliação satisfatória, ao fim de mês e meio (T2) de análise. Em contrapartida, o recheio de farinha de arroz no tempo zero (T0) tem um valor entre $> 10^2 \leq 10^4$, encontrando-se com uma avaliação aceitável e mantendo se semelhante após mês e meio de análise.

5. Estudo da reologia nos recheios para bombons de chocolate

A avaliação reológica foi efetuada, em seis recheios, tanto nos recheios com introdução de canela (farinha de arroz com canela e lactér barry com canela), como também nos recheios otimizados, com os dois tipos de sistemas de gelificação, 20 % de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde e 1,5% de psyllium e 7% (m/m) de inulina. Os recheios em desenvolvimento foram sempre comparados com os recheios comerciais de framboesa e maracujá. Os testes de varrimento de tensão foram realizados, com o intuito de se identificar a região de viscoelasticidade linear e encontram-se no Anexo III.

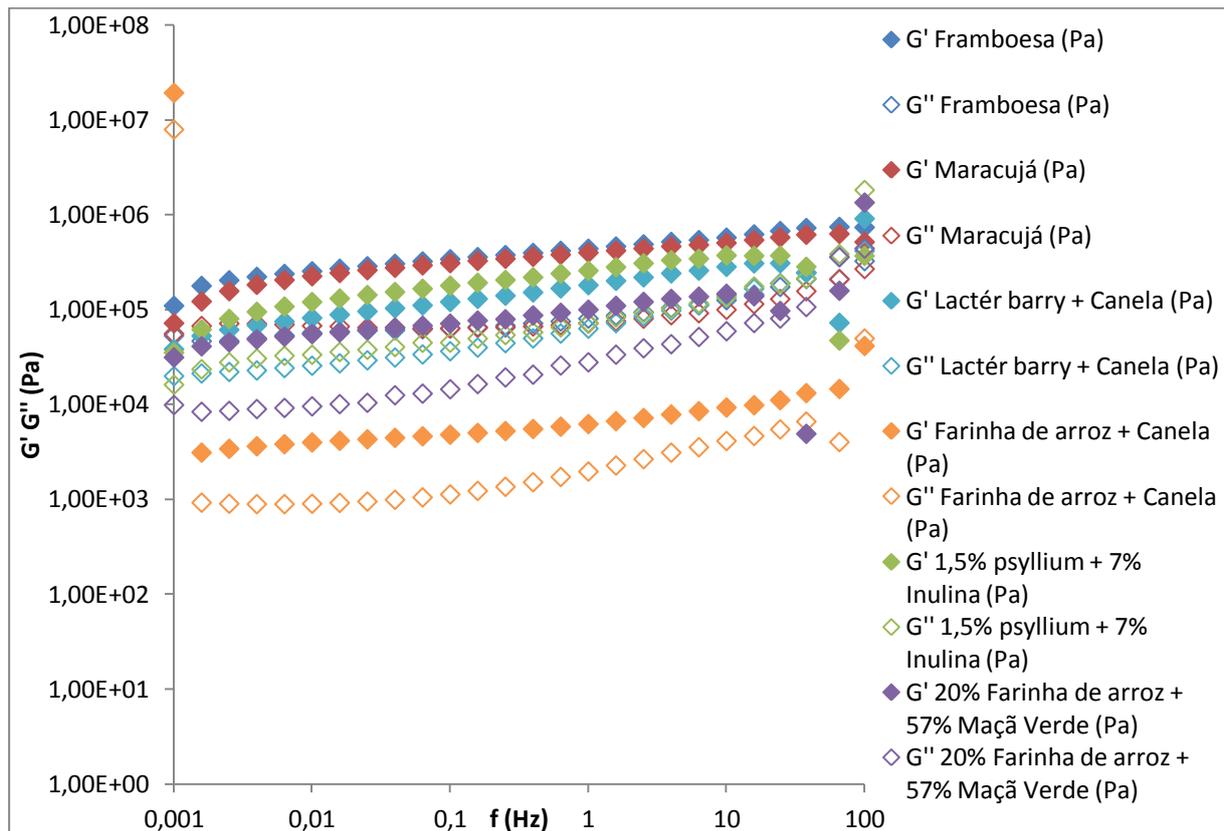


Figura 31. Espectro mecânico dos recheios em desenvolvimento, com 1,5% de psyllium e 7% (m/m) de inulina, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, farinha de arroz e canela, lactér barry e canela e dos recheios comerciais de framboesa e maracujá.

Na Figura 31, encontram-se expressos os resultados dos testes de frequência, aos recheios em análise. Verifica-se que G' é sempre maior que G'' e ambos os módulos vão aumentando com o aumento da frequência, o que traduz um predomínio da componente elástica sobre a componente viscosa, em todas as amostras. Este comportamento é semelhante para os recheios comerciais (framboesa e maracujá) e para os recheios desenvolvidos no presente trabalho. Contudo, os recheios comerciais são os que apresentam valores mais elevados das funções viscoelásticas, sendo por isso mais estruturados.

Destaca-se ainda que o recheio com farinha de arroz e canela é o que apresenta um menor grau de estruturação, uma vez que tem valores de G' e G'' muito inferiores aos restantes. Tal facto pode dever-se à gelificação da canela ter um efeito competitivo com os demais ingredientes do recheio, que também são responsáveis pela malha do gel, tal como é referido por Visioli (2003), que a canela também é um gelificante.

Muito embora cada grupo de resultados exija uma análise detalhada, é evidente que todos os recheios analisados correspondem a sistemas com um grau considerável de estruturação, que será compatível com uma elevada estabilidade física. Este aspeto é determinante para a manipulação dos recheios na formação dos bombons. Estes resultados encontram-se de acordo com Torres (2013), que estudou as propriedades reológicas dos géis com farinha de arroz e de farinha de castanha.

6. Composição nutricional dos recheios para bombons de chocolate

Após todas as análises físicas e químicas aos produtos finais, foi-se verificar se houve então, uma redução significativa do valor calórico dos recheios. O valor calórico foi calculado para os ensaios considerados “ótimos”, isto é, o recheio com incorporação de farinha de arroz (20% (m/m) farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde) e o recheio com incorporação de chocolate (1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina), ambos à base de maçã verde.

Foram efetuados os cálculos da composição calórica à matéria gorda, hidratos de carbono, proteínas e valor calórico, expressos em % (m/m) e Kcal, respetivamente, através de um programa que a Capri – AJM Pastelarias, Lda., cedeu com toda a informação nutricional, dos ingredientes utilizados.

Tabela 8. Comparação da composição nutricional das formulações otimizadas, com os recheios comerciais.

% (m/m)	Maracujá	Framboesa	Maçã Verde – Lactér Barry	Maçã Verde – Farinha de arroz
Matéria Gorda	25,65	25,64	12,02	0,99
Hidratos de Carbono	40,11	39,50	31,50	26,99
Proteínas	4,74	4,60	2,21	1,67
Valor Calórico (Kcal)	396,20	393,10	234,30	173,00

Na Tabela 8, encontram-se expressos os valores calóricos tanto dos recheios comerciais de maracujá e de framboesa, como os recheios em análise. Como se pode verificar, houve uma redução, no valor calórico tanto no recheio de maçã com chocolate como no recheio de maçã com farinha de arroz. Verificando-se que o recheio com menor valor calórico, como seria de esperar é o com incorporação de farinha de arroz, no entanto, o recheio com

incorporação de chocolate (Lactér Barry) tem uma diferença na ordem das 153 a 150 Kcal, dos recheios comerciais.

7. Análise Sensorial dos recheios para bombons de chocolate

A prova sensorial foi efetuada a quatro amostras à base de maçã verde, duas delas com incorporação de farinha de arroz, com e sem canela e outras duas com incorporação de chocolate, com e sem canela, no produto final.

Caracterizou-se o painel de provadores, que efetuou a prova sensorial de recheios e bombons de chocolate. Como se pode observar, nas figuras a baixo (Figura 32), verifica-se que a faixa etária que mais participou na prova, foi entre os 20 e os 30 anos de idade e o sexo que prevaleceu foi o feminino.

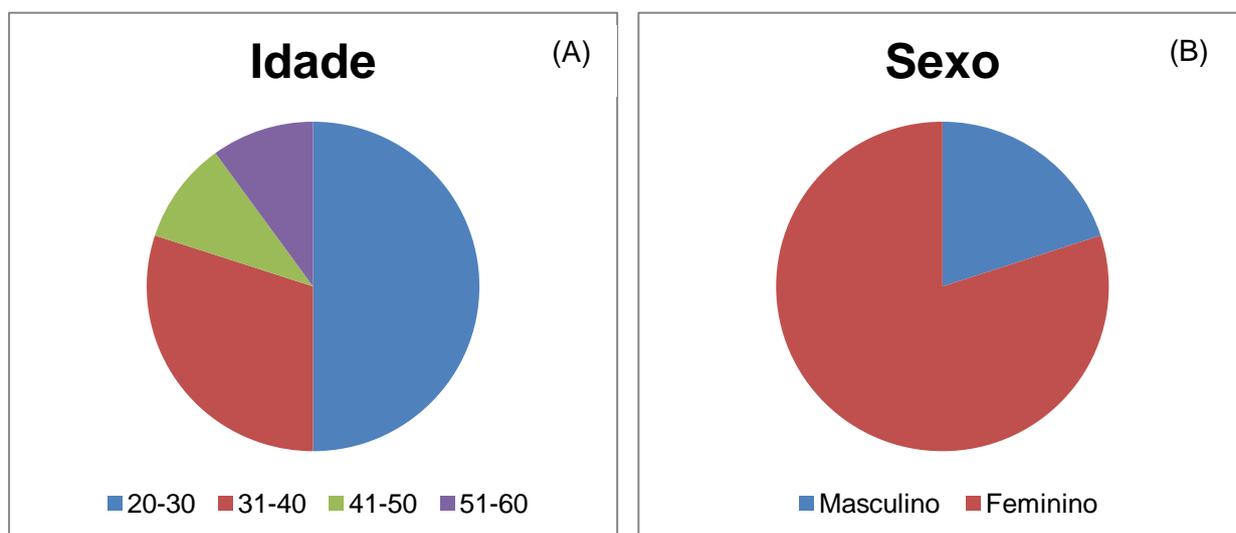


Figura 32. Caracterização do painel de provadores, por idade (A) e sexo (B).

Na Figura 33, encontra-se a caracterização do painel de provadores, por sexo, do consumo médio deste tipo de produto, de bombons de chocolate. Verifica-se que tanto o sector masculino como o feminino, consomem este tipo de produto pelo menos duas vezes por semana.

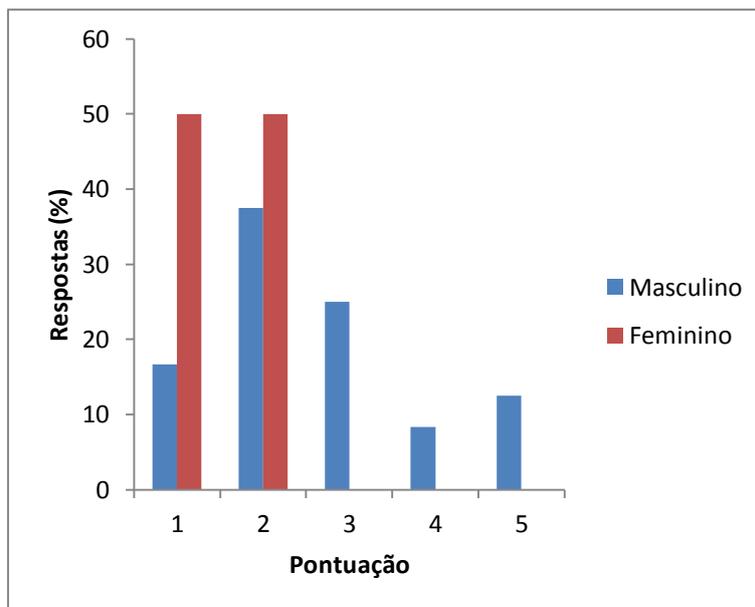


Figura 33. Caracterização do consumo médio, por sexos.

Na Figura 34, estão expressos os resultados obtidos da avaliação do painel de provadores, da sessão de análise sensorial. Pode-se verificar que as quatro amostras em estudo, tem um perfil idêntico. Destaca-se deste perfil, principalmente três atributos, a Aparência/Aspecto, Cheiro/Odor e Textura percebida na boca. Verifica-se que o recheio que o painel de provadores deu maior pontuação, na apreciação global, foi o recheio de chocolate sem adição de canela (1,5% (m/m) psyllium e 7% (m/m) inulina). Por outro lado, o recheio que teve mais pontuação nos atributos Aparência/Aspecto e Cheiro/Odor, foi o de farinha de arroz com adição de canela.

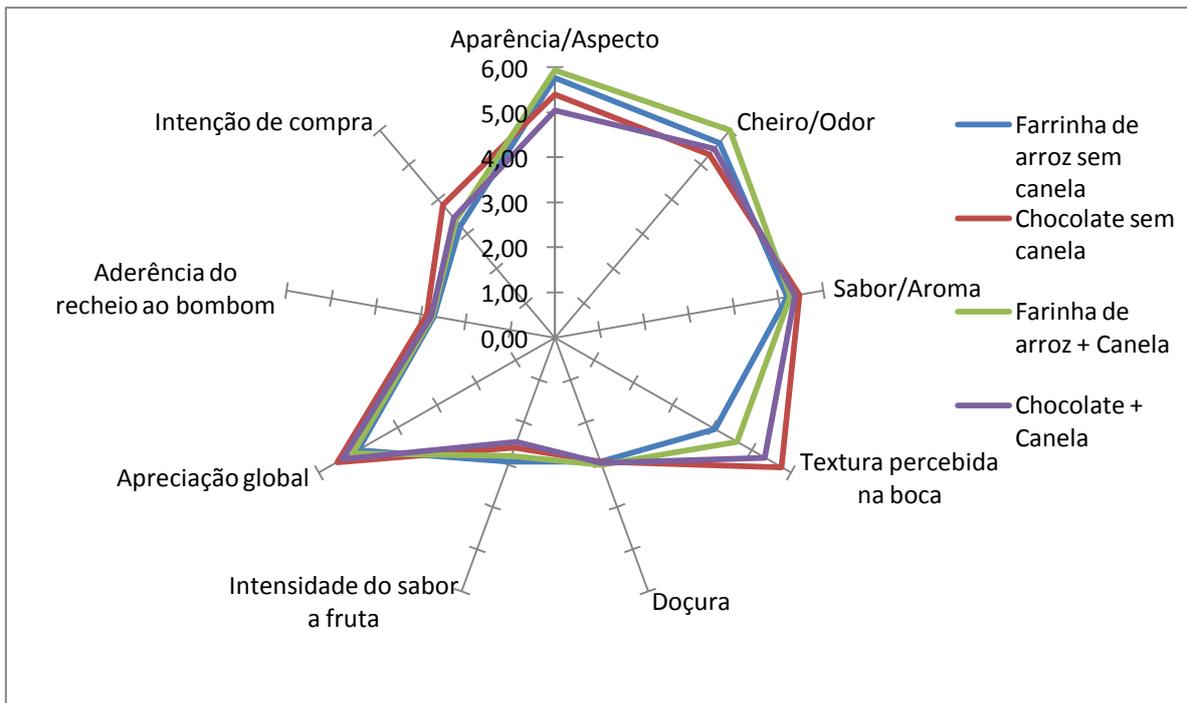


Figura 34. Avaliações da prova sensorial dos recheios em desenvolvimento, com chocolate sem canela, farinha de arroz sem canela, farinha de arroz e canela e de chocolate e canela.

É de referir ainda que o painel de provadores deu nota baixa, de 2, ao atributo. Aderência do recheio ao bombom, a todos os quatro recheios em análise, o que poderia contribuir para uma rejeição do produto. No entanto, a maioria dos provadores do painel, afirma que não sabe se compraria, o produto final, não havendo por isso uma rejeição total ao produto.

3. - Conclusão

No presente trabalho estudou-se o desenvolvimento de recheios hipocalóricos à base de gelificados de fruta tradicional Portuguesa. As principais conclusões associadas a este projeto de investigação foram:

- ♦ O psyllium mesmo com uma dimensão de partícula reduzida e para os níveis de incorporação estudados (1 e 2% m/m) não teve um efeito significativo no aumento da firmeza nem contribuiu positivamente para a redução do aw.
- ♦ Verificou-se que o sorbitol contribuía para uma redução do valor de aw dos gelificados de fruta, não tendo impacto sobre a sua firmeza. De salientar que o sorbitol confere um sabor doce muito acentuado às amostras, não sendo por isso possível a sua utilização em concentrações úteis para a redução do aw.
- ♦ Das fibras e proteína estudadas, constatou-se que a combinação entre o psyllium e a inulina, contribuíram para uma redução significativa do aw e paralelamente permitiram obter um recheio com uma textura e sabor agradável.
- ♦ A maçã tem um maior poder de gelificação, nos recheios com introdução de chocolate, que a pera rocha e os mirtilos, que resultará das quantidades de pectinas associadas a cada fruta.
- ♦ Nos ensaios com incorporação de farinha de castanha, verificou-se que a mesma imprimia um sabor acentuado ao produto final, que resulta do próprio sabor da castanha. Este tipo de atributo não é desejável para bombons.
- ♦ Nos ensaios com farinha de arroz, constatou-se que os três frutos têm comportamentos diferentes, a pera rocha confere maior firmeza ao produto final, o que deverá resultar de uma interação diferente entre as pectinas dos frutos com o amido de arroz.
- ♦ Nos ensaios com adição de especiarias, o recheio com gengibre tem um pH mais elevado o que condiciona o processo de gelificação, nos recheios com sistema de gelificação de farinha de arroz. Nos recheios com sistema de gelificação com psyllium e inulina, a noz-moscada demonstrou ter um pH mais elevado, mas neste caso a firmeza não foi significativamente superior.
- ♦ Os recheios comerciais, usados como referência, são os que apresentam valores mais elevados das funções viscoelásticas, sendo por isso mais estruturados. O recheio com farinha de arroz e canela é o que apresenta um menor grau de estruturação. Tal facto pode dever-se à gelificação da canela ter um efeito competitivo com os demais ingredientes do recheio, que também são responsáveis pela malha do gel.

- ♦ Houve uma redução de cerca de 40% e de 56%, no valor calórico tanto no recheio de chocolate como no recheio com introdução de farinha de arroz, respetivamente.
- ♦ O painel de provadores refere que o recheio mais apreciado é o de chocolate sem canela, embora a pontuação de apreciação global seja muito próxima para todos os recheios.

Este trabalho constitui um primeiro estudo de desenvolvimento dos recheios hipocalóricos. Sendo necessários estudos subsequentes no sentido de procurar processos de conservação, como a adição de outro tipo de edulcorantes, stevia e xilitol, que permitam manter uma componente mais agradável, na textura percebida na boca, no caso dos recheios com incorporação de farinha de arroz.

Seria ainda interessante, para além do que está planeado no Projecto, fazer-se um estudo alargado do tempo de prateleira dos recheios em causa, isto é, verificar as condições de armazenamento e de embalagem dos bombons, após o seu embalamento, e confirmar se tanto o bombom como o recheio manteriam as características iniciais.

4. – Referências Bibliográficas

- Afoakwa, E., Paterson, A. & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate - a review. *Trends in Food Science & Technology* , (18) 290-298.
- Amoye, S. (2006). Cocoa sourcing, world economics and supply. *The Manufacturing Confectioner*, 86 (1), 81-85.
- Arcia, P. L., Navarro, S., Costell, E. & Tárrega, A. (2011). Effect of inulin seeding on rheology and microstructure of prebiotic dairy desserts. *Food Biophysics* , 6, 440–449.
- ASAE. (2006). *Autoridade de Segurança Alimentar e Económica [Homepage]*. Disponível em: <http://www.asae.pt/>
- Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A. & Fiszmana, S. (2007). Influence of the dosing process on the rheological and microstructural properties of a bakery product. *Food Hydrocolloids* , 21. 230–236.
- Bakalis, S., Révérend, B., Anwar, N. & Fryer, P. (2011). Modelling crystal polymorphisms in chocolate processing. *Procedia Food Science* , 1, 340 – 346.
- Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G. & Romani, S. (2011). Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT – Food Science and Technology* , 44, 700–705.
- Barrangou, L., Daubert, M. & Foegeding, E. (2006^a). Textural properties of agarose gels. I. Rheological and fracture properties. *Food Hydrocolloids* , 20, 184–195.
- Barrangou, L., Drake, M., Daubert, C. & Foegeding, E. (2006^b). Textural properties of agarose gels. II. Relationships between rheological properties and sensory texture. *Food Hydrocolloids* , 20, 196–203.
- Baumgartner, S., Dax, T., Praznik, W. & Fa, H. (2000). Characterisation of the highmolecular weight fructan isolated from garlic (*Allium sativum* L.). *Carbohydr* , 328, 177–183.
- Beckett, S. (2000). The science of chocolate. *Royal Society of Chemistry Paperbacks*.
- Belitz, H. & Grolch, W. (1992). *Química de los alimentos. 2ª edição*. España: Editorial acribia, s.a.
- Benarroza, M., Fonseca, A., Rocha, G., Frydmana, J. & Rocha, V. (2008). Cinnamomum zeylanicum extract on the radiolabelling of blood. *Applied Radiation and Isotopes* , 66, 139–146.
- Bhattacharya, S. (1997). *Rheology: fundamentals and measurements*. Australia: Royal Melbourne Institute of Technology.
- Bourne, M. (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. *Food science and technology international series* , Academic Press, London, 107-112.
- Bythrow, J. (2005). Vanilla as a medical plant. *Seminars in Integrative Medicine* , 3, 129–131.

- Castro, A. (2003). *A química e a reologia no processamento dos alimentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Castro, A. & Franco, L. (2002). Caracterização do Consumo de Adoçantes Alternativos e Produtos Dietéticos por Indivíduos Diabéticos. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 46(3), 280-87.
- Chakraborty, B. & Sengupta, M. (2012). Boosting of nonspecific host response by aromatic spices turmeric and ginger in immunocompromised mice. *Cellular Immunology*, 280, 92–100.
- Cheng, Z., Blackford, J., Wang, Q. & Yu, L. (2009). Acid treatment to improve Psyllium functionality. *Journal of Functional Foods*, 1, 44–49.
- Chi, Z., Zhang, T., Cao, T., Liu, X., Cui, W. & Zhao, C. (2012). Biotechnological potential of inulin for bioprocesses. *Bioresource Technology*, 102, 4295–4303.
- Cohen, K., Luccas, V. & Jackix, M. (2004). Review: Tempering or Precrystallization of Chocolate. *Braz. J. Food Technol.*, 7 (1), 23-30.
- Cooper, L. (2003). A research agenda to reduce risk in new product development through knowledge management: a practitioner perspective. *J. Eng. Technol. Manage*, 20, 117–140.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. & Sahin, S. (2010). Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 101, 329–336.
- Denker, M., Parat-Wilhelms, M., Drichelt, G., Paucke, J., Luger, A., Borchering, K., et al. (2006). Investigations of the retronasal flavour release during the consumption of coffee with additions of milk constituents by 'Oral Breath Sampling'. *Food Chemistry*, 98, 201-208.
- Divulgação Agro 556 (2007). *Mirtilo - Qualidade pós-colheita*. INRB / ex-EAN/DPA.
- El-Adawy, T., Rahma, E., El-Bedaway, A. & Gafar, A. (2001). Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. *Food Chemistry*, 74 (4), 455–462.
- Evans, S., Partidário, P. & Lambert, J. (2007). Industrialization as a key element of sustainable product-service solutions. *International Journal of Production Research*, 45 (18–19), 4225–4246.
- FAO/WHO. (CODEX STAN 192-2007.). *FAO/WHO Committet on Food Additives*. Obtido de Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios: Disponível em: http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/CXS_192s.pdf.
- Farahnaky, A., Askari, H., Majzoobi, M. & Mesbahi, G. (2010). The impact of concentration, temperature and pH on dynamic rheology of psyllium gels. *Journal of Food Engineering*, 100, 294–301.
- Ferrari, C. & Torres, E. (2002). Alimentos funcionais: quando a boa nutrição melhora a nossa saúde. *Em foco. Educação Alimentar*, (20), 2.
- Fitzgerald, D., Malcolm, S. & Narbad, A. (2003). Analysis of the inhibition of food spoilage yeasts by vanillin. *International Journal of Food Microbiology*, 86, 113–122.

- Fontanari, G., Batistuti, J., Cruz, R., Saldiva, P. & Areas, J. (2012). Cholesterol-lowering effect of whole lupin (*Lupinus albus*) seed and its protein isolate. *Food Chemistry*, 132 (3), 1521–1526.
- Forni, E., Penci, M. & Polesello, A. (1994). A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) and prickly pear (*Opuntia ficus indica*) peel. *Carbohydrate Polymers*, Volume 23, Issue 4, 231–234.
- Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87 (2), S287–S291.
- Franco, J., Raymundo, A., Sousa, I. & Gallegos, C. (1998). Influence of Processing Variables on the Rheological and Textural. *Food Chemistry*, 46, 3109-3115.
- Galvis-Sánchez, A., Gil-Izquierdo, A. & Gil, M. (2003). Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 995–1003.
- Glibowski, P., & Pikus S. (2011). Amorphous and crystal inulin behavior in a water environment. *Carbohydrate Polymers*, 83, 635–639.
- Glibowski, P. & Wasko, A. (2008). Effect of thermochemical treatment on the structure of inulin and its gelling properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 2075–2082.
- Glibowskia, P., Pikusb, S., Jureka, J. & Kotowoda, M. (2014). Factors affecting inulin crystallization after its complete dissolution. *Carbohydrate Polymers*, 110, 107–112.
- Gmelin, H., & Seuring, S. (2014). Determinants of a sustainable new product development. *Journal of Cleaner Production*, 69, 1-9.
- Green, P., Fleischauer, A., Bhagat, G., Goyal, R., Jabri, B. & Neugut, A. (2003). Risk of malignancy in patients with celiac disease. *American Journal of Medicine*, 115, 191–195.
- Grembecka, M., Lebidzińska, A. & Szefer, P. (2014). Simultaneous separation and determination of erythritol, xylitol, sorbitol, mannitol, maltitol, fructose, glucose, sucrose and maltose in food products by high performance liquid chromatography coupled to charged aerosol detector. *Microchemical Journal*, 117, 77-82.
- Guehi, S., Dingkuhn, M., Cros, E., Fourny, G., Ratmahenina, R., Moulin, G., et al. (2008). Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans. *African Journal of Agricultural Research*, 3 (3). 174-179.
- Gujral, H. & Rosell, C. (2004). Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 39, 225–230.
- Hadnađev, M., Hadnađev, T., Dokić, L., Pajin, B., Torbica, A., Šarić, I., et al. (2014). Physical and sensory aspects of maltodextrin gel addition used as fat replacers in confectionery filling systems. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 495-503.

- Hartmann, G., Koehler, P. & Wieser, H. (2006). Rapid degradation of gliadin peptides toxic for celiac disease patients by proteases from germinating cereals. *Journal of Cereal Science*, 44, 368–371.
- Hennelly, P., Dunne, P., Sullivan, M. & Riordan, E. (2006). Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *Journal of Food Engineering*, 75, 388–395.
- Hinneburg, I., Damien Dorman, H. & Hiltunen, R. (2006). Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry*, 97, 122–129.
- ISO. (1992). *Sensory analysis: Vocabulary (ISO 5492)*. Geneva, Switzerland.
- Johnson, N., Chang, Z., Almeida, C., Michel, M., Iversen, C. & Callanan, M. (2014). Evaluation of indirect impedance for measuring microbial growth in complex food matrices. *Food Microbiology*, 42, 8-13.
- Kaefer, C., & Milner, J. (2008). The role of herbs and spices prevention. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19, 347–361.
- Kakehi, M., Yamada, T. & Watanabe, I. (2009). PLM education in production design and engineering by e-Learning. *Int. J. Production Economics*, 122, 479–484.
- Kim, J. & Shin, M. (2014). Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 526-532.
- Kim, Y., Faqih, M. & Wang, S. (2001). Factors affecting gel formation of inulin. *Carbohydrate Polymers*, 46, 135–145.
- Kristensen, M. & Jensen, M. (2011). Dietary fibers in the regulation of appetite and food intake-importance of viscosity. *Appetite*, 56, 65–70.
- Leber, M., Bastič, M., Mavrič, M. & Ivanišević, A. (2014). Value Analysis as an Integral Part of New Product Development. *Procedia Engineering*, 69, 90 – 98.
- Lira-Ortiz, A., Reséndiz-Vega, F., Ríos-Leal, E., Contreras-Esquivel, J., Chavarría-Hernández, N., Vargas-Torres, A., et al. (2014). Pectins from waste of prickly pear fruits (*Opuntia albicarpa* ScheinvarReyna'): Chemical and rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 37, 93-99.
- Lopes da Silva, J., & Rao, A. (1999). *Rheological behavior of food gel systems*. Em: A. M. Rao (Ed.), *Rheology of fluid and semisolid foods principles and applications* (pp.319–368). Aspen Publishers, Inc.
- Lqari, H., Vioque, J., Pedroche, J. & Millán, F. (2002). Lupinus angustifolius protein isolates: Chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry*, 76 (3), 349–356.
- Manisha, G., Soumya, C. & Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29. 363-373.

Mendoza, E., Garcia, M., Casas, C. & Selgas, M. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387–393.

Meyer, J. (2009). Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products. *Woodhead Publishing Series in Food Science. Technology and Nutrition*, 414–426.

Mittal, S. & Bajwa, U. (2012). Effect of fat and sugar substitution on the quality characteristics of low calorie milk drinks. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (6), 704–712.

Mu, J., Peng, G. & MacLachlan, D. (2009). Effect of risk management strategy on NPD performance. *Technovation*, 29, 170–180.

Mueller, M., Hobiger, S., & Jungbauer, A. (2010). Anti-inflammatory activity of extracts from fruits, herbs and spices. *Food Chemistry*, 122, 987–996.

Pawar, N., Pai, S., Nimbalkar, M. & Dixit, G. (2011). RP-HPLC analysis of phenolic antioxidant compound 6-gingerol from different ginger cultivars. *Food Chemistry*, 126, 1330–1336.

Pedersen, L., Kaack, K., Bergsøe, M. & Adler-Nissen, J. (2006). Effects of chemical and enzymatic modification on dough. *Journal of Food Science*, 70 (2), E152–E158.

Pereda, J., Rodriguez, M., Álvarez, L., Sanz, M., Mingullón, G., Perales, L., et al. (2005). *Tecnologia de Alimentos. Volume 1. Componentes dos Alimentos e Processos*. São Paulo: Artmed Editora.

Przygodzka, M., Zielinska, D., Ciesarová, Z., Kukurová, K. & Zielinski, H. (2014). Comparison of methods for evaluation of the antioxidant capacity and phenolic compounds in common spices. *LWT - Food Science and Technology*, 58, 321-326.

Rascón-Chu, A., Martínez-López, A., Carvajal-Millán, E., León-Renova, N., Márquez-Escalante, J. & Romo-Chacón, A. (2009). Pectin from low quality 'Golden Delicious' apples: Composition and gelling capability. *Food Chemistry*, Volume 116, Issue 1, 101–103.

Raymundo, A., Fradinho, P. & Nunes, M. (2014). Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuits and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3, 96-105.

Reay, P. (1999). The role of low temperatures in the development of the red blush on apple fruit ('Granny Smith'). *Scientia Horticulturae*, 79, 113–119.

Rocha, J. & Malcata, F. (2011). Changes in chemical parameters during breadmaking. *Qualidade, Segurança e Inovação - Actas do 5º Encontro de Química de Alimentos*, Porto.

Ronkart, S., Paquot, M., Blecker, C., Fougny, C., Doran, L., Lambrechts, J., et al. (2009). Impact of the crystallinity on the physical properties of inulin during water sorption. *Food Biophysics*, 4, 49–58.

Sacchetti, G., Pinnavaia, G., Guidolin, E. & Dalla-Rosa, M. (2004). Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnut and rice flour-based snack-like products. *Food Research International*, 37, 527-534.

Salta, J., Martins, A., Santos, R., Neng, N., Nogueira, J., Justinno, J., et al. (2010). Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars – A comparative study. *Journal of Functional Foods*, 2, 153–157.

Sanderson, G. (1981). Polysaccharides in Foods. *Food Technology*, 35 (7), 50-83.

Santos, M., Correia, C., Cunha, M., Saraiva, M. & Novais, M. (2000). Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a comer/preparados em estabelecimentos de restauração. *ROF*, 66-68.

Scarini, L., Ribotta, P., León, A. & Pérez, G. (2010). Influence of Gluten-free Flours and their Mixtures on Batter properties and Bread Quality. *Food Bioprocess Technol.*, 3, 577-585.

Schwertner, H. & Rios, D. (2007). High-performance liquid chromatographic analysis of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol in ginger-containing dietary supplements, spices, teas, and beverages. *Journal of Chromatography B.*, 856, 41–47.

Senhoras, E., Takeuchi, K. & Takeuchi, K. (2007). *Gestão da Inovação no Desenvolvimento de Novos Produtos*. IV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia.

Shin, G., Lee, S., Chang, P. & Kim, Y. (2014). Comparison of volatile release in hydrocolloid model systems containing original and regio selectively carboxylated β -glucans. *Food Hydrocolloids*, 39, 215-222.

Silva, E., Souza, A., Souza, S. & Rodrigues, A. (2006). Analysis of the high-fructose syrup production using reactive SMB technology. *Chemical Engineering Journal*, 118, 167–181.

Singh, B. (2007). Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics*, 334, 1-14.

Sousa, I. (2001). *Reologia e suas aplicações industriais - Reologia dos produtos alimentares*. Lisboa: Instituto Piaget - Ciência e Técnica.

Southgats, D. (1992). *Consevación de frutas y hortalizas*. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A.

Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 531–537.

Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Cánovas, G. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67, 147-156.

Tajkarimi, M., Ibrahim, S. & Cliver, D. (2002). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21, 1199–1218.

Tan, S., Mailer, R., Blanchard, C., Agboola, S. & Day, L. (2014). Gelling properties of protein fractions and protein isolate extracted from Australian canola meal. *Food Research International*, 62, 819–828.

- Tanriöven, D. & Ekşi, A. (2005). Phenolic compounds in pear juice from different cultivars. *Food Chemistry*, 93, 89–93.
- Torreggiani, D., Forni, E., Erba, M. & Longoni, F. (1995). Functional properties of pepper osmodehydrated in hydrolyzed cheese whey permeate with or without sorbitol. *Elsevier*, Volume 28, Issue 2, 161–166.
- Torres, M., Fradinho, P., Raymundo, A. & Sousa, I. (2013). Thermorheological and Textural Behaviour of Gluten-Free. *Food Bioprocess Technol*, 6 (6).
- USDA, U. S. (2012). Introduction to the Microbiology of Food Processing - Food Safety and Inspection Service. *Small Plant News Guidebook Series*.
- Visioli, L., Signori, L. & Rosa, P. (2003). A influência no volume de oxigênio consumido durante a aplicação de 40 minutos de gel crioterápico na região abdominal. *Revista de Fisioterapia da Universidade de Cruz Alta*, Vol III, Nº 8.
- Wilkinson, C., Dijksterhuis, G. & Minekus, M. (2000). From food structure to texture. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 442–450.
- Williams, P. & Philips, G. (2004). Gums and Stabilisers for Food Industry 12. Hydrocolloid gelling agents and their applications. *R.S.C. Cambridge*, 603, 23-31.
- Woodward, J. (2007). Coeliac disease. *Medicine*, 35, 226–230.
- Xu, Y., Feng, S., Jiao, Q., Liu, C., Zhang, W., Chen, W., et al. (2012). Comparison of MdMYB1 sequences and expression of anthocyanin biosynthetic and regulatory genes between *Malus domestica* Borkh cultivar ‘Ralls’ and its blushed sport. *Euphytica*, 185, 157-170.
- Yu, L., Perret, J., Parker, T. & Allen, K. (2003). Enzymatic modification to improve the water-absorbing and gelling properties of Psyllium. *Food Chemistry*, 82, 243–248.
- Zhang, L., Yan, Z., Hanson, E. & Ryser, E. (2014). Efficacy of chlorine dioxide gas and freezing rate on the microbiological quality of frozen blueberries. *Food Control*, 47, 114-119.
- Zhang, X., Wang, L., Liu, Y., Chen, X. & Yang, Y. (2013). Differential gene expression analysis of ‘Granny Smith’ apple (*Malus domestica* Borkh.) during fruit skin coloration. *South African Journal of Botany*, 88, 125–131.

Anexos



Recheios hipocalóricos para bombons com características funcionais

Vanessa Batista, Patrícia Fradinho, Margarida Faisca, Anabela Raymundo, Isabel De Sousa*

CEER – Centro de Engenharia de Biosistemas, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada de Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal; E-mail: isabels@sua.iis.uflisboa.pt

INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma maior consciencialização dos consumidores em relação ao consumo de produtos saudáveis e com benefícios para a saúde. Os bombons são um produto de procura generalizada, sendo o seu consumo condicionado por questões dietéticas e/ou de saúde nomeadamente pela elevada composição de calorias.

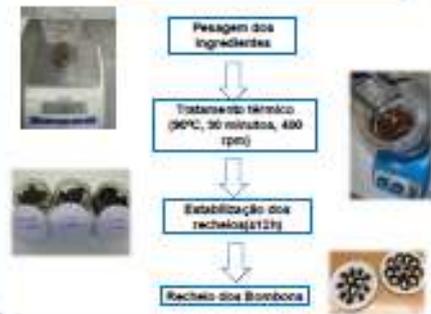
OBJECTIVOS

Desenvolvimento de recheios inovadores para bombons, com um baixo valor calórico e com benefícios na saúde:

- > Enriquecidos em fibra (Psyllium e com reduzido teor de gordura);
- > Substituição dos açúcares por adoçantes naturais (stévia e xilitol);
- > Recheios à base de matrizes gelificadas de frutas tradicionais portuguesas (Maçã Verde, Pêra Rocha e Mirtilos).



Preparação dos recheios



MÉTODOS

Análises de composição centesimal dos recheios

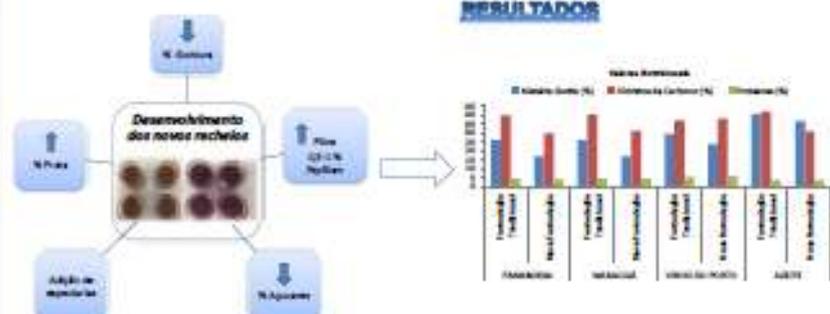
- Determinação de Proteína;
- Determinação de Matéria Gorda;
- Determinação dos Açúcares totais;
- Determinação das fibras.

Caracterização Física dos bombons

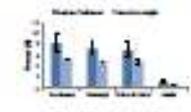
- Avaliação das propriedades de textura através de um texturómetro TAXTI (TTA- Texture Profile Analysis).

Determinação dos valores de actividade de água (av- avaliação da Rotronic, HygroLab).

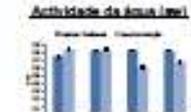
RESULTADOS



Propriedades de textura



Actividade de água (aw)



CONCLUSÃO

Os recheios obtidos são um produto inovador no mercado português e internacional, com equilíbrio calórico e nutricional das formulações, apresentando benefícios para a saúde. Os resultados obtidos apresentam elevado potencial para o desenvolvimento a uma escala comercial, podendo ser direcionados para populações especiais, nomeadamente, diabéticas.





Development of hypocaloric bonbons filling with functional characteristics

Vanessa Batista, Patrícia Fradinho, Margarida Feiço, Anabela Raymundo, Isabel De Sousa*

GEER - Foodtech Engineering, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa
 Avenida do Arco de 38, 1349-017 Lisboa, Portugal
 *Email: anabelar@maei.isa.ucp.pt



MOTIVATION

There is an increased awareness of consumers towards the consumption of healthy products with functional characteristics. Bonbons are products of high demand and due to high calorie intakes their consumption is limited by dietary issues. Therefore we aim to contribute to reduce calories and improve functionality of manufactured artisanal bonbons.

OBJECTIVES

Development of innovative bonbons filling with low caloric and healthy benefits properties.

- Fiber enriched (Psyllium and reduced fat)
- Develop fillings from traditional portuguese products of unquestioned quality and recognition in the external market, including: port wine, olive oil, Alcabaga apple and Focha pear.

Preparation of the filling



METHODS

Analysis of the chemical filling composition:

- Protein determination;
- Fat determination;
- Total sugars determination;
- Fiber determination.

Rheological measurements

- Texturometer TA.XTplus through TPA-Texture Profile Analysis

Determination of water activity (a_w-a_m) of quick Rotronic (HygroLab).

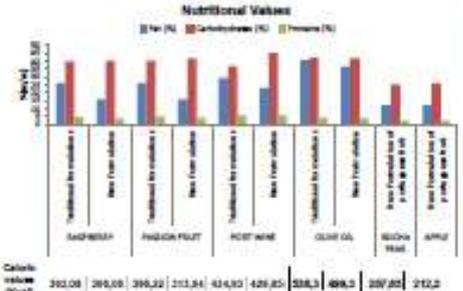
Characterization of filling



RESULTS

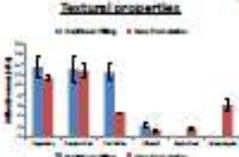


Nutritional Values

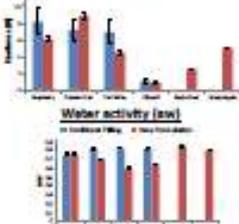


Calorie value (kcal)	202,08	205,08	206,22	212,84	434,93	428,85	288,3	496,5	207,85	212,2
----------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	--------	-------

Textural properties



Water activity (aw)



CONCLUSIONS

The fillings are an innovative product in Portuguese and international markets with a balance of calories and nutritional formulations (reduced sugar, fat and fiber enriched) have health benefits and potential use for special populations, including diabetics.

Acknowledgments:
 This work was supported by COMPETE program: QREN-“Healthybonbons” project 38660 in collaboration with AUM pastelsaria, Lda.



Anexo II - Gráficos de comparação entre os ensaios de Adesividade e Coesividade

- Ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium

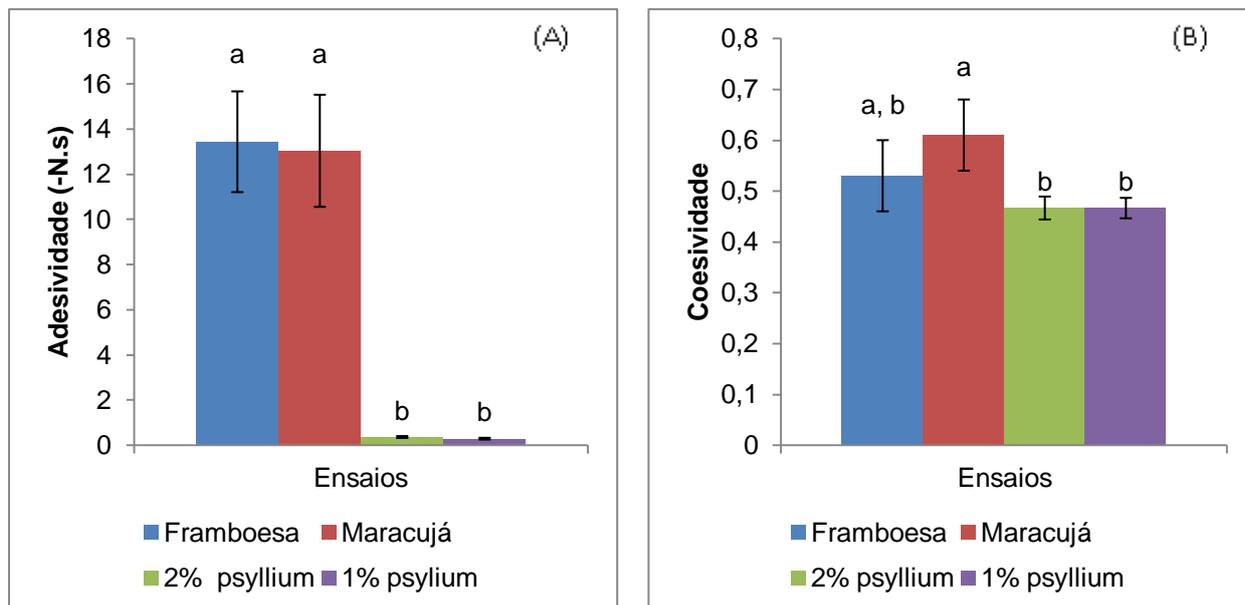


Figura 35. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 1 e 2% (m/m) de psyllium, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios 5 e 10% (m/m) de sorbitol

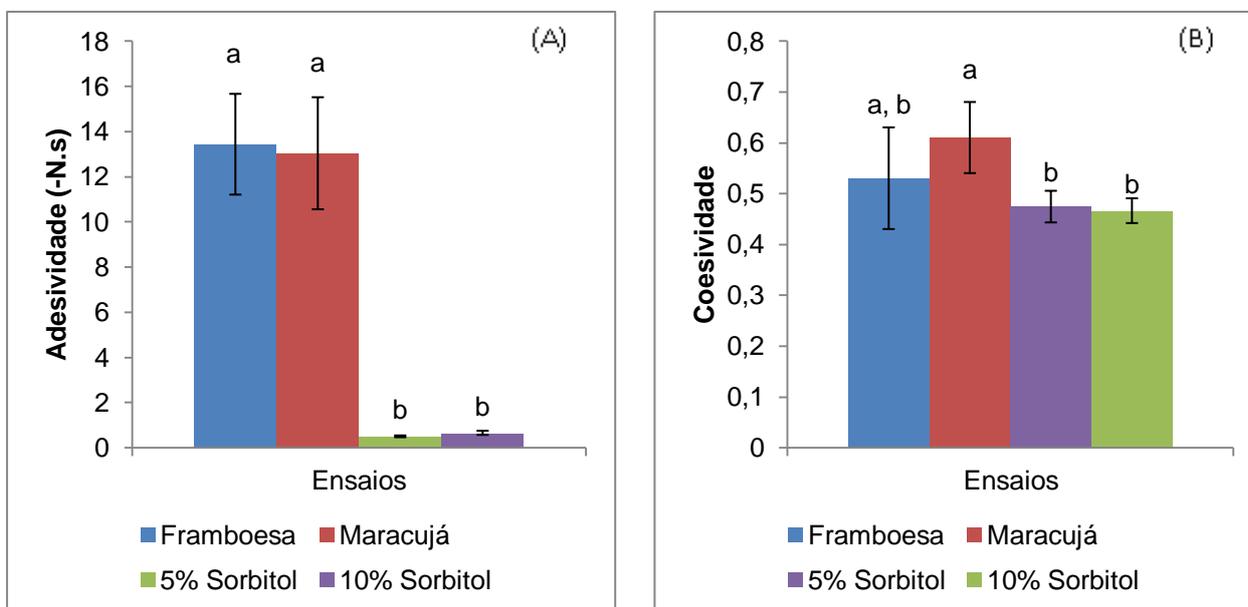


Figura 36. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 5 e 10% (m/m) de sorbitol, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios com 3% (m/m) de proteína de ervilha, fibra interna e externa de tremço e inulina

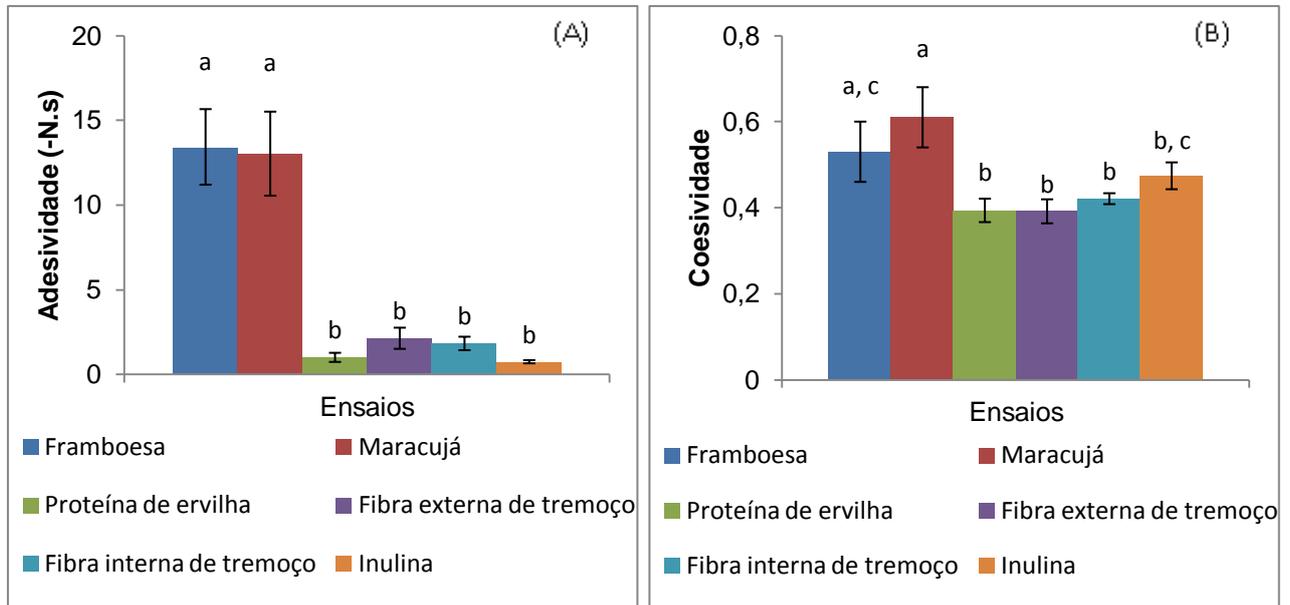


Figura 37. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com proteína de ervilha, fibra interna e externa de tremço e inulina, com os recheios comerciais framboesa e maracujá.

- Ensaios com 3 e 7% (m/m) de inulina

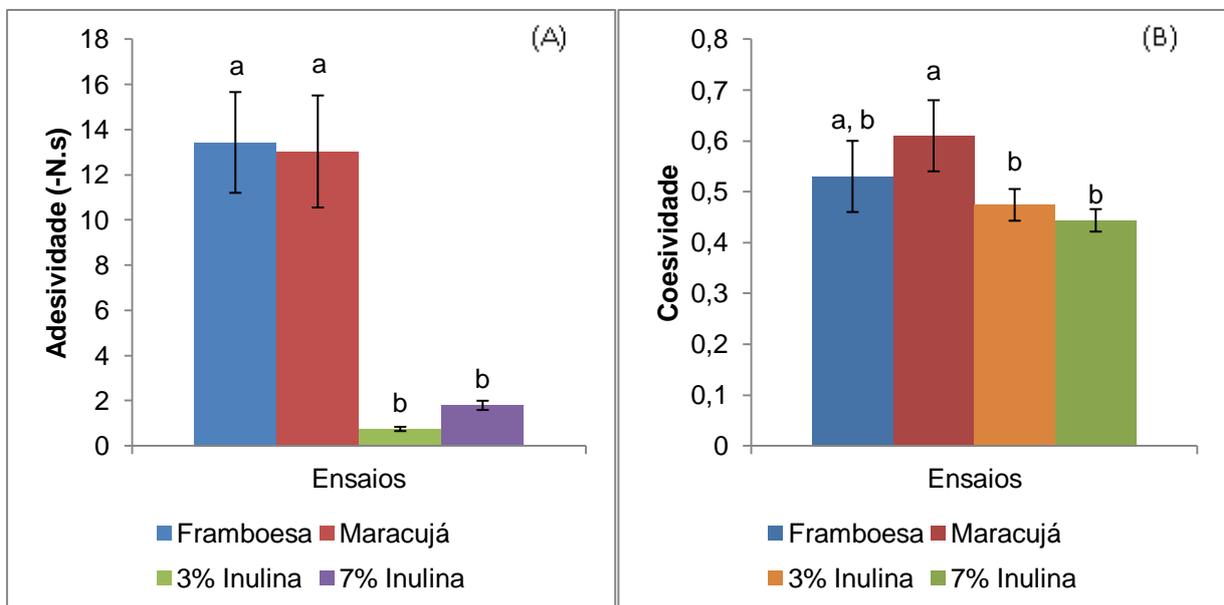


Figura 38. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios 3 e 7 % de inulina, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios com 6, 10 e 11% (m/m) de açúcar invertido

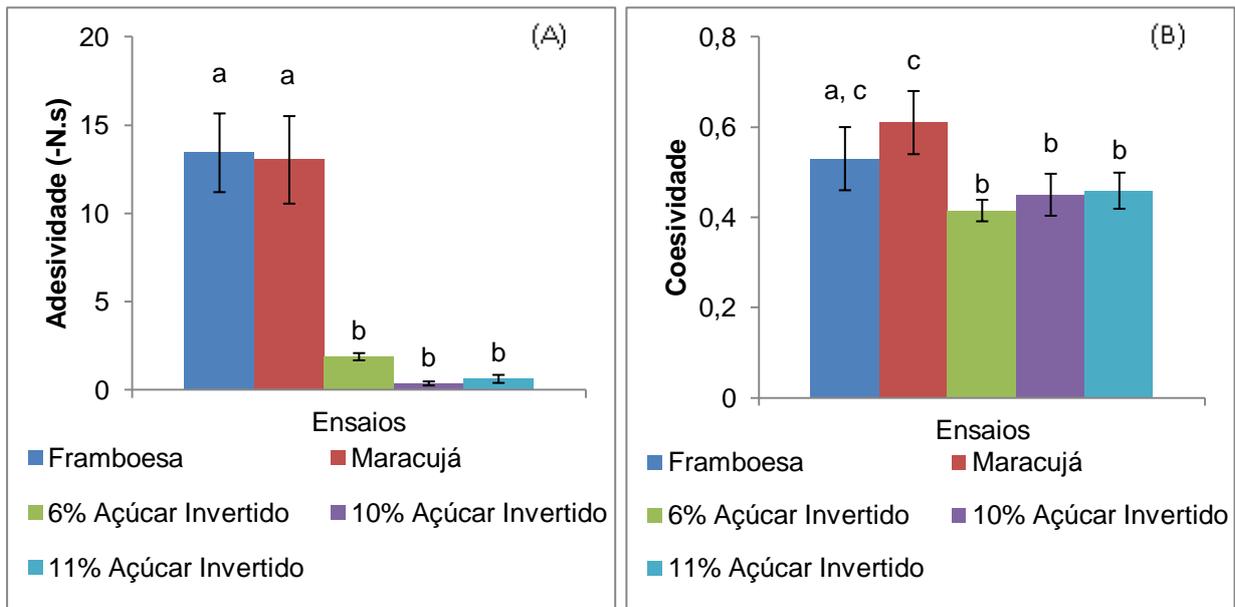


Figura 39. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios com 6, 10 e 11% (m/m) de açúcar invertido, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios com 45 e 50% (m/m) de Maçã Verde

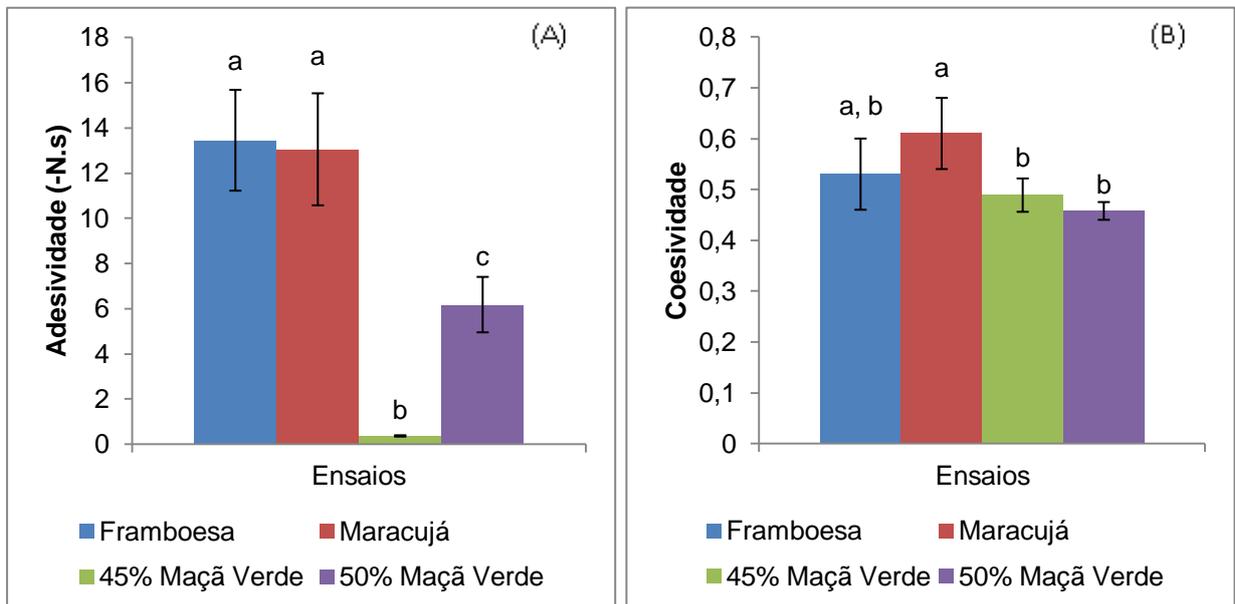


Figura 40. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios 45 e 50% (m/m) de Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios de comparação de Pera Rocha, Maçã Verde e Mirtilos, com sistema de gelificação de psyllium e inulina

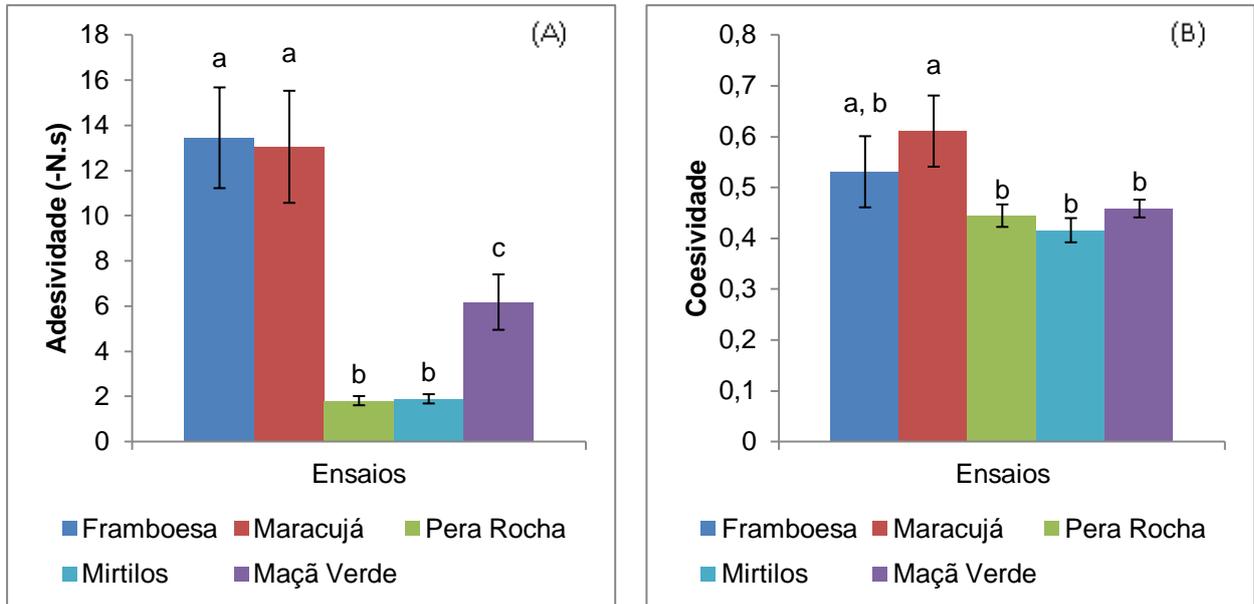


Figura 41. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios Pera Rocha, Mirtilos e Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios com 10 e 15% (m/m) de farinha de arroz e de castanha, 20% (m/m) de farinha de arroz com 74 e 57% (m/m) de mirtilos

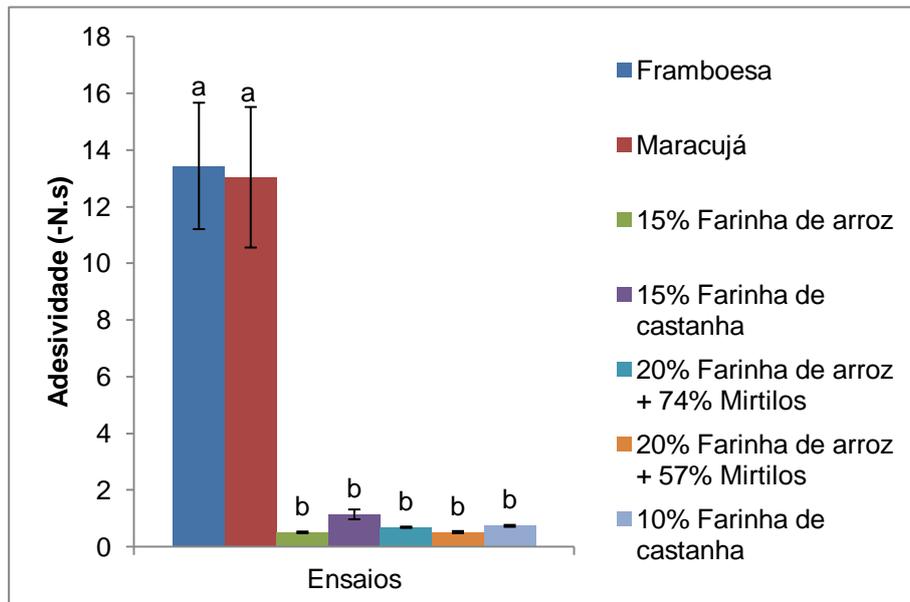


Figura 42. Comparação da adesividade dos ensaios com 15 % (m/m) de farinha de arroz e de castanha, 20% (m/m) de farinha de arroz com 74 e 57% (m/m) de mirtilos e 10% (m/m) de farinha de castanha, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

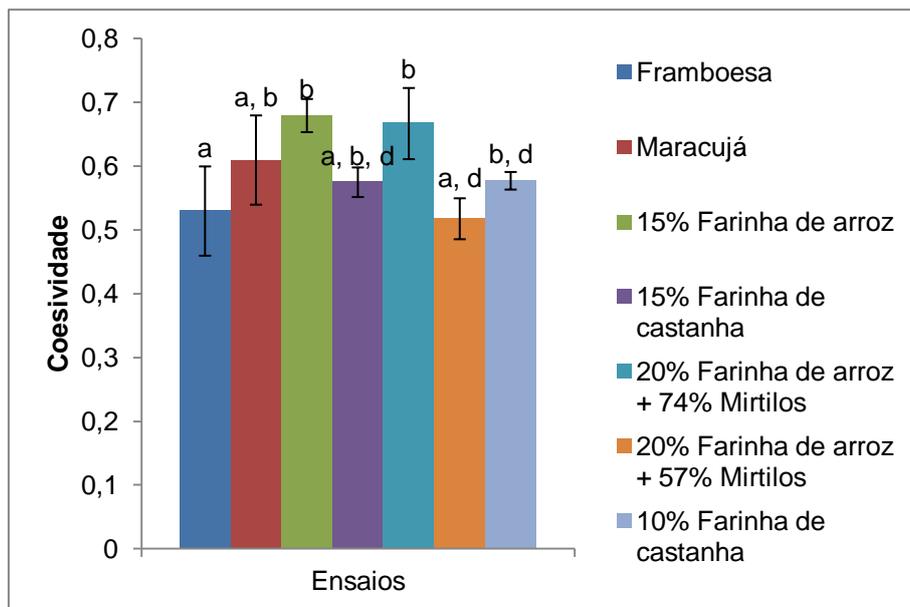


Figura 43. Comparação da coesividade dos ensaios com 15% (m/m) de farinha de arroz e de castanha, 20% (m/m) de farinha de arroz com 74 e 57% (m/m) de mirtilos e 10% (m/m) de farinha de castanha, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaio de comparação de Pera Rocha, Maçã Verde e Mirtilos, com sistema de gelificação de farinha de arroz

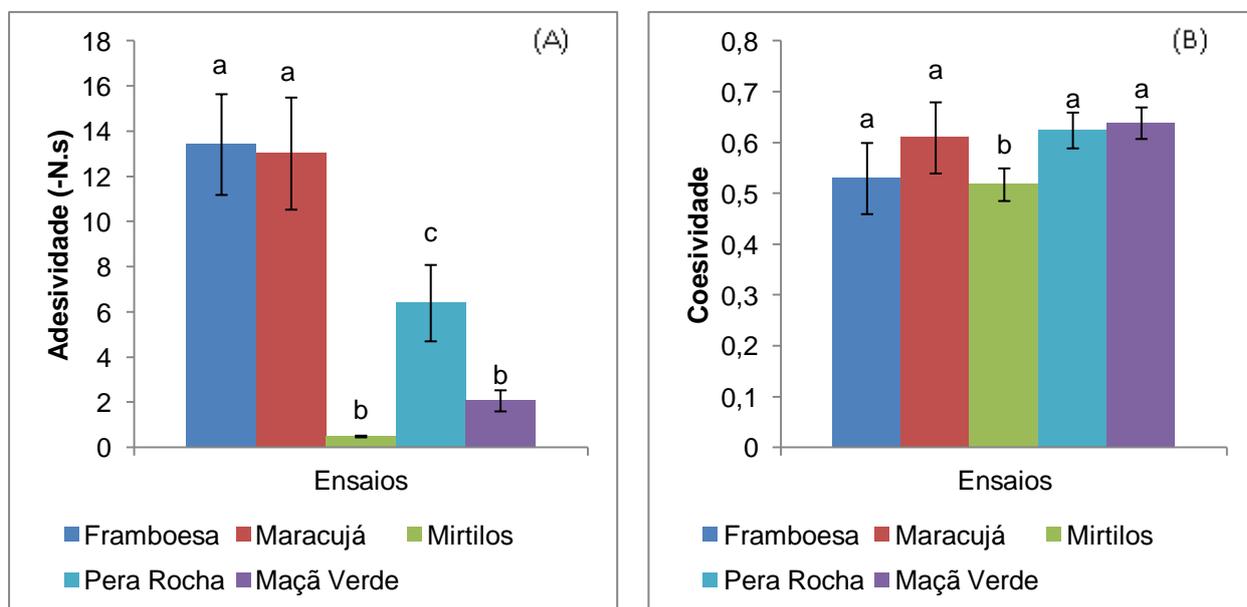


Figura 44. Comparação da adesividade (A) e coesividade (B) dos ensaios Pera Rocha, Mirtilos e Maçã Verde, com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, Farinha+Canela, Farinha+Gengibre, Farinha+Noz moscada e Farinha+Cravinho

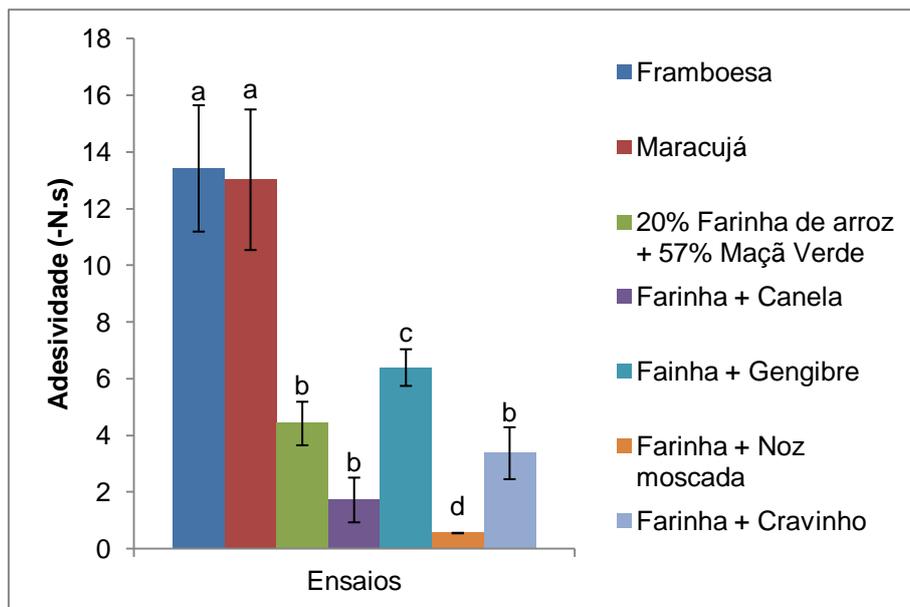


Figura 45. Comparação da adesividade do ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

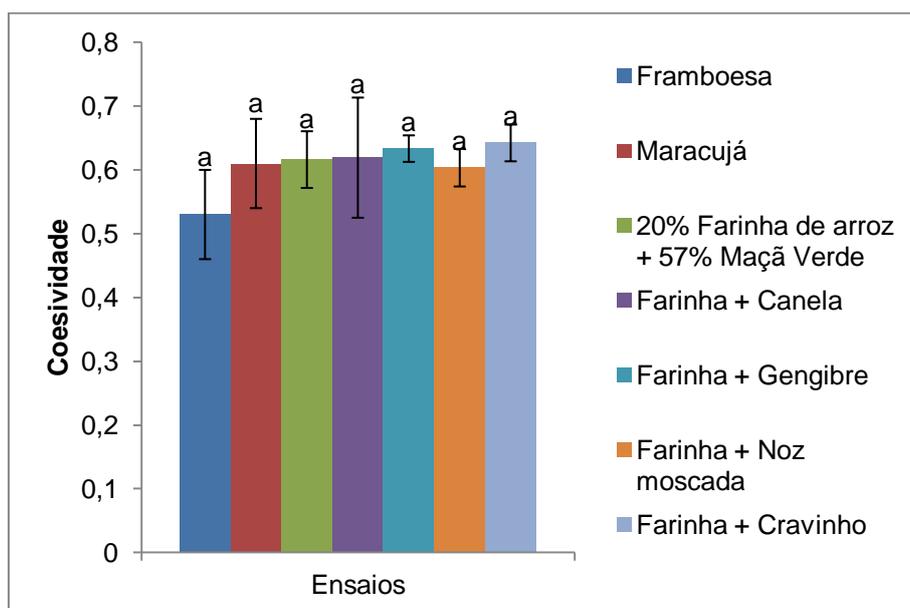


Figura 46. Comparação da coesividade do ensaio com 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% (m/m) de maçã verde, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

- Ensaios com 7% (m/m) de inulina, Farinha+Canela, Farinha+Gengibre, Farinha+Noz moscada e Farinha+Cravinho

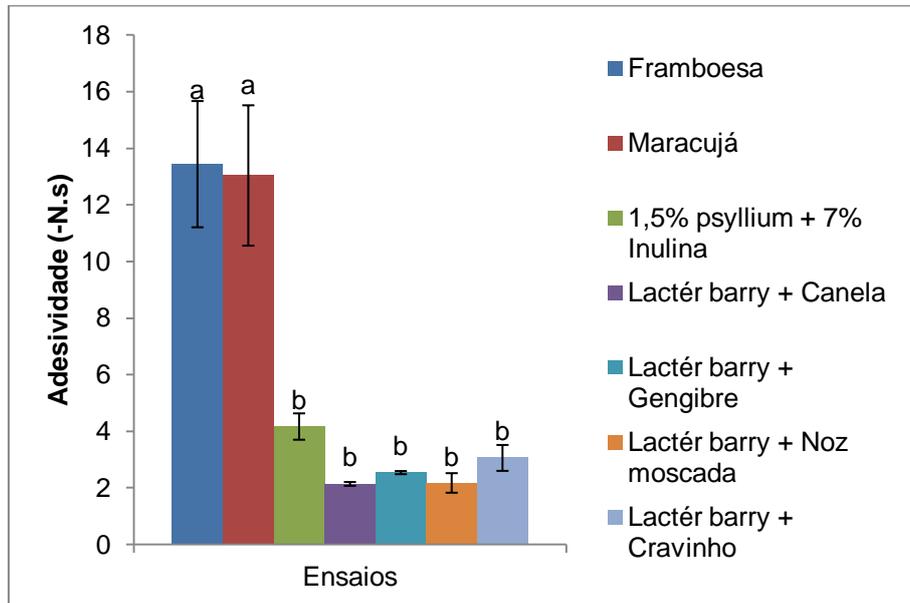


Figura 47. Comparação da adesividade do ensaio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

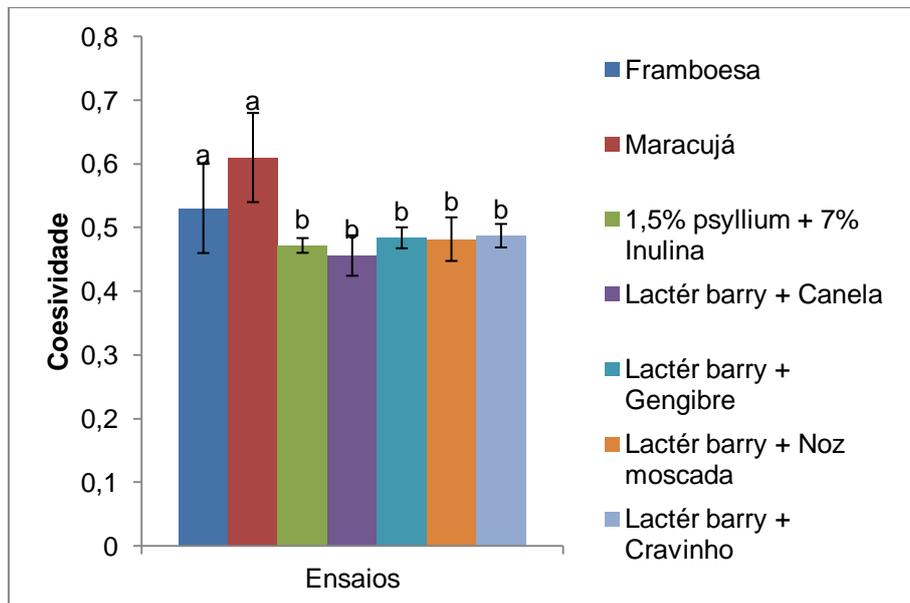


Figura 48. Comparação da coesividade do ensaio com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, com os ensaios com adição das especiarias e com os recheios comerciais de framboesa e maracujá.

Anexo III - Avaliação reológica – Teste de varrimento de tensão

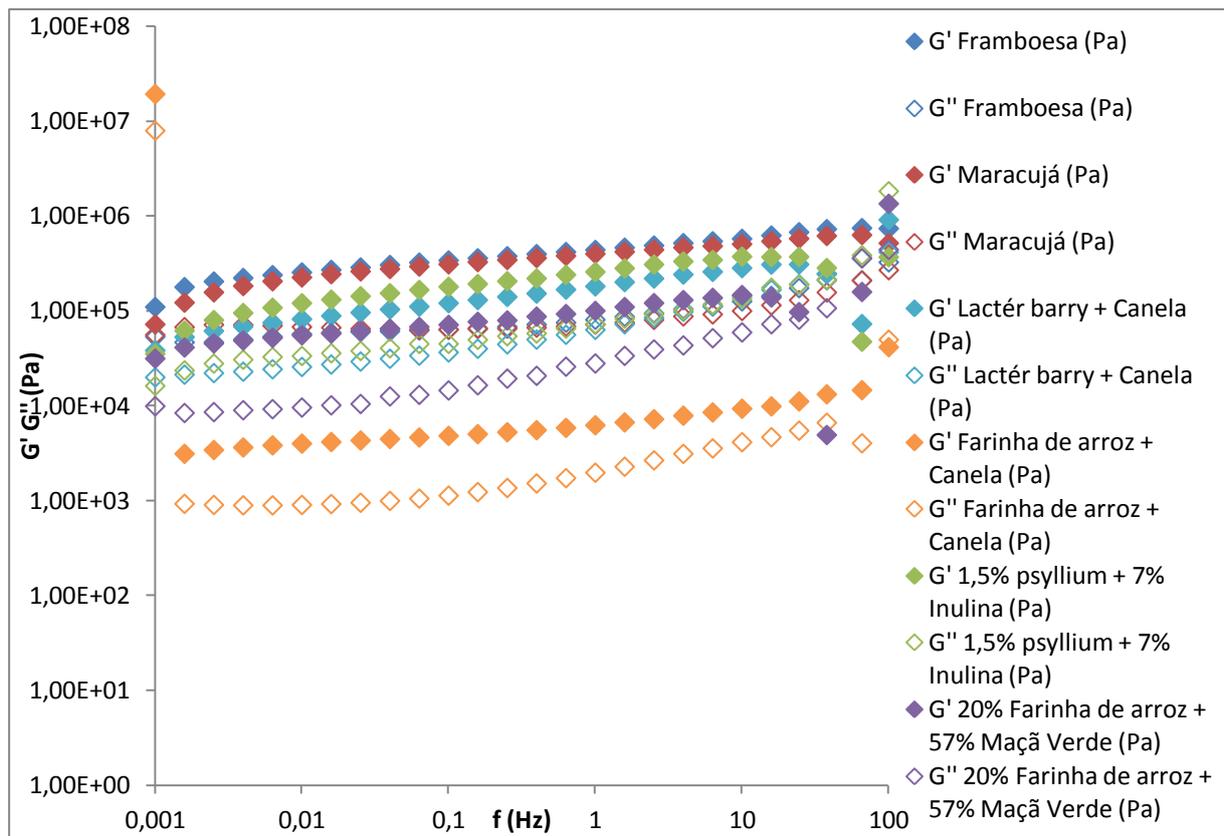


Figura 49. Espectro mecânico dos recheios em desenvolvimento, com 1,5% (m/m) de psyllium e 7% (m/m) de inulina, 20% (m/m) de farinha de arroz e 57% de maçã verde, farinha de arroz e canela e lactér barry e canela.

Anexo IV - Ficha da Prova Sensorial de recheios e bombons de chocolate

Análise sensorial de recheios e bombons hipocalóricos de chocolate

Nome: _____ → Data: ___/___/___ → Idade: ___

Código da amostra: _____

Pontue as amostras para os vários atributos solicitados, assinalando com um 'X'.

Parte I – Avaliar o aspeto do recheio e partir o recheio antes de iniciar a prova

Aparência/aspeto <input type="checkbox"/> 7. Extremamente agradável <input type="checkbox"/> 6. Muito agradável <input type="checkbox"/> 5. Ligeiramente agradável <input type="checkbox"/> 4. Ligeiramente desagradável <input type="checkbox"/> 3. Desagradável <input type="checkbox"/> 2. Muito desagradável <input type="checkbox"/> 1. Extremamente desagradável	Cheiro/Odor <input type="checkbox"/> 7. Extremamente agradável <input type="checkbox"/> 6. Muito agradável <input type="checkbox"/> 5. Ligeiramente agradável <input type="checkbox"/> 4. Ligeiramente desagradável <input type="checkbox"/> 3. Desagradável <input type="checkbox"/> 2. Muito desagradável <input type="checkbox"/> 1. Extremamente desagradável	Sabor/Aroma <input type="checkbox"/> 7. Extremamente agradável <input type="checkbox"/> 6. Muito agradável <input type="checkbox"/> 5. Ligeiramente agradável <input type="checkbox"/> 4. Ligeiramente desagradável <input type="checkbox"/> 3. Desagradável <input type="checkbox"/> 2. Muito desagradável <input type="checkbox"/> 1. Extremamente desagradável	Textura percebida na boca <input type="checkbox"/> 7. Extremamente agradável <input type="checkbox"/> 6. Muito agradável <input type="checkbox"/> 5. Ligeiramente agradável <input type="checkbox"/> 4. Ligeiramente desagradável <input type="checkbox"/> 3. Desagradável <input type="checkbox"/> 2. Muito desagradável <input type="checkbox"/> 1. Extremamente desagradável
Doce <input type="checkbox"/> 4. Muito mais que o ideal <input type="checkbox"/> 3. Ideal <input type="checkbox"/> 2. Menos que o ideal <input type="checkbox"/> 1. Muito menos que o ideal	Intensidade do sabor a fruta <input type="checkbox"/> 4. Muito mais que o ideal <input type="checkbox"/> 3. Ideal <input type="checkbox"/> 2. Menos que o ideal <input type="checkbox"/> 1. Muito menos que o ideal	Apreciação global <input type="checkbox"/> 7. Extremamente agradável <input type="checkbox"/> 6. Muito agradável <input type="checkbox"/> 5. Ligeiramente agradável <input type="checkbox"/> 4. Ligeiramente desagradável <input type="checkbox"/> 3. Desagradável <input type="checkbox"/> 2. Muito desagradável <input type="checkbox"/> 1. Extremamente desagradável	

Parte II – Avaliar o bombom, parti-lo antes de iniciar a prova

Aderência do recheio ao bombom <input type="checkbox"/> 4. Muito mais que o ideal <input type="checkbox"/> 3. Ideal <input type="checkbox"/> 2. Menos que o ideal <input type="checkbox"/> 1. Muito menos que o ideal	Intenção de compra <input type="checkbox"/> 5. De certeza que compraria <input type="checkbox"/> 4. Provavelmente compraria <input type="checkbox"/> 3. Não sei se compraria <input type="checkbox"/> 2. Provavelmente não compraria <input type="checkbox"/> 1. De certeza que não compraria	Consumo médio <input type="checkbox"/> 5. Diariamente <input type="checkbox"/> 4. Pelo menos 4 vezes por semana <input type="checkbox"/> 3. Pelo menos 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 2. Uma vez por semana <input type="checkbox"/> 1. Quase nunca (pelo menos uma vez por mês)
--	---	---

Observações:

